Der Kalkgehalt der Käseasche in seinem Zusammenhang mit der Bereitung des Käses.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
einer hohen naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Vereinigten Friedrichs-Universität
Halle-Wittenberg.

Vorgelegt
von
Alfred Elger
Diplomlandwirt aus Reichenberg (Böhmen).

Halle (Saale)
Otto Thiele, Buch- und Kunstdruckerei
1926.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Referent: Prof. Dr. Gutzeit.

Korreferent: Prof. Dr. Schulze.

Herrn

Professor Dr. Ernst Gutzeit

in Verehrung und Dankbarkeit

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544302_0005

Inhaltsverzeichnis.

Seite

A. Einleitung.

Das Ziel der Arbeit . . . . . 9—12

B. Experimenteller Teil . . . . . 13—54

I. Abhängigkeit des Kalkgehaltes der Käseasche von der Azidität der Milch.

Versuch 1—4 13-24

II. Untersuchungen von Handelskäsen . . . . . 24—46

a) Hartkäse 24-38

b) Weichkäse . . . . . 38—45

c) Sauermilchkäse 46

III. Abhängigkeit des Kalkgehaltes der Käseasche von der Gerinnungszeit.

Versuch 5—9 46-54

C. Zusammenfassung der Resultate 55

Lebenslauf.

Ich, Alfred, Josef, Friedrich, Maria Elger wurde am 10. April 1898 zu Reichenberg in Böhmen als Sohn des Kaufmanns Josef Elger und seiner Frau Leopoldine, geb. König, geboren. Ich besuchte vom September 1904 bis Juli 1909 die Volksschule in Reichenberg und vom September 1909 bis Mai 1916 das k. k. Staatsgymnasium daselbst. Im Mai 1916 wurde ich zum Heeresdienst ausgehoben und im November zur Ablegung des Abiturientenexamens beurlaubt, das ich am 1. Dezember 1916 bestand. Bis zum November 1918 stand ich im Felde und wurde als Oberleutnant im April 1919 aus dem Aktivstande des k. u. k. Heeres entlassen. Nach Besuch eines Handelskurses an der städtischen Handelsakademie zu Reichenberg bezog ich am 1. Oktober 1919 die Vereinigte Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg, um Landwirtschaft zu studieren. Das Vorexamen legte ich am 28. Februar 1921 und das Diplomexamen am 23. November 1923 ab. Bis zum 22. September 1924 arbeitete ich im Molkereilaboratorium des Landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle. Seit dem 22. September 1924 bin ich als landwirtschaftlicher Berater der Landelektrizität Halle a. S. angestellt.

Literaturverzeichnis.

Landwirtschaftliche Versuchsstationen, Bd. 27, 35.

Alex. Schmidt und **Kapeller,** Ein Beitrag zur Kenntnis der Milch. Dorpat 1874.

Jahresberichte für Tierchemie, 1874 und 1876.

Allemann und **Müller,** Über den Chemismus der Labwirkung. Milchwirtschaftliches Zentralblatt 1911.

Hillmann, Beiträge zur Kenntnis des Einflusses des Labfermentes auf die Eiweißstoffe der Milch. Dissertation, Leipzig 1895.

Wernken, Weitere Beiträge zur Theorie der Milch- und Kaseingerinnung. Dissertation, München 1908.

Allemann und **Schmidt,** Über die Festigkeit des durch Lab erzeugten Milchkoagulums. „Milchwirtschaftl. Zentralblatt" 1916, Nr. 18, 19, 20.

G. Wiegner, Kolloidchemische Studien an der Milch. „Milchwirtschaftl. Zentralblatt" 1911.

Molkereizeitung Hildesheim 1892.

Schneider, Historisch-experimentelle Studie über das Gussandersche Aufrahmungsverfahren im Vergleich zum Holsteinschen. Hannover 1925.

Gerber, Die Untersuchung des Käses nach den neuesten Schnellmethoden, Leipzig 1914.

Löhnis, Vorlesungen über landw. Bakteriologie. Berlin 1913.

Gutzeit, Die Bakterien im Haushalt der Natur und des Menschen. II. Aufl. Leipzig 1918.

B. Martiny. Die Milch, ihr Wesen und ihre Verwertung. Danzig, 1871.

Fleischmann, Lehrbuch der Milchwirtschaft, Bremen 1893, VI. Auflage, Berlin 1922.

Eugling, Kleines Handbuch für die praktische Käserei, Bremen 1892.

Eugling-Weigmann, Handbuch der praktischen Käserei, III. Aufl., Berlin 1923,

Kirchner, Handbuch der Milchwirtschaft, VI. Aufl., 1919.

Schneck, Beschreibung einiger türkischer Käse. Milchwirtschaftl. Zentralblatt 1926.

Grimmer, Chemie und Physiologie der Milch, Berlin 1910.

Koestler, Über die chemische Zusammensetzung der Molke und der Käsemasse während der eigentlichen Fabrikation des Emmentaler Käses. Milchwirtschaftl. Zentralblatt 1905.

Höft, Beiträge zur chemischen Unterscheidung des Labgerinnsels vom Sauermilchgerinnsel. Arbeiten der Versuchsstation für Molkereiwesen in Kiel, 6. Heft. 1909.

Milchzeitung 1896.

A. Einleitung.

Das Ziel der Arbeit.

Der Anlaß zu dieser Arbeit war ein gerichtliches Obergutachten, das von Herrn Professor Dr. Ernst Gutzeit dahin erfordert war, ob ein als allerfeinster Camembert-Käse verkaufter Käse seiner Bezeichnung entspräche, oder, wie die erste Begutachtung behauptete, ein einfacher Quarkkäse wäre. Da die dem Molkereilaboratorium der Universität Halle übersandte Probe schon zu alt war, als daß man aus dem Säuregrade usw. hätte auf die Herstellungsart schließen können, wurde zunächst die Aschenmenge und deren Gehalt an Kochsalz ermittelt. Die Höhe des Kochsalzgehaltes entsprach dem der Quarkkäse, die nicht wie die Labkäse (zu denen ja auch der Camembert gehört) nur von außen mit Salz abgerieben, sondern mit erheblichen Mengen (5%) Salz im Teig gesalzen werden, d. h., bei denen der Bruch mit Salz durchmischt wird. Herr Professor Gutzeit kam bei dieser Aschenuntersuchung auf den Gedanken, aus dem Kalkgehalt der Käseasche auf die Herstellungsart des Käses zu schließen.

Wie Söldner[1]) gezeigt hat, findet sich das Kasein nicht in freiem Zustand in der Milch, sondern als „Kaseinkalkverbindung", also an Kalk gebunden. Von den Kalksalzen sind drei bekannt, das Monokalziumkaseinat, das Dikalziumkaseinat und das Trikalziumkaseinat, von denen das letzte unlöslich ist, während die anderen beiden löslich sind. Diese Kaseinkalkverbindungen bilden mit Wasser kolloide Lösungen, die man „Solen" nennt.

Man kann die Milch vom Käsestoff befreien, indem man sie durch Tonfilter filtriert, da sowohl das reine Kasein wie der kolloide Käsestoff nicht durch Tonfilter gehen. Bei der Käsebereitung wird dementsprechend der in der Milch enthaltene Käsestoff, das mit Ätzkalk verbundene und — nach älteren Anschauungen — an phos-

[1]) Landwirtschaftliche Versuchsstationen, 1888, Bd. 35.

phorsauren Kalk angegliederte Kasein[1]), zur Ausscheidung gebracht, und zwar auf zweierlei Art. Daher führt dieses Gerinnsel je nach der Ausscheidungsweise verschiedene Namen. Bei Ausscheidung durch Lab heißt es Bruch, roher Käse, Dickete, Matten usw., bei der Ausscheidung durch Säuren, Quark, Topfen, weicher Käse, Schlickermilch, Glumse usw.

Früher war man der Ansicht, daß Milchsäuregerinnsel und Labgerinnsel ein und dasselbe wären. Erst die Arbeiten von Schmidt und Kapeller[2]) zeigten, daß sich diese beiden Arten von Gerinnsel wesentlich voneinander unterscheiden. Der Hauptunterschied liegt darin, daß das Säuregerinnsel nichts anderes ist als reines, aus seiner Kalkverbindung und kolloiden Lösung in festem Zustande ausgeschiedenes Kasein, während das Labgerinnsel die unlösliche Kalkverbindung eines besonderen, durch das Lab aus dem Kasein neu gebildeten Eiweißkörpers, des Parakaseins, ist.

Wenn man also annimmt, daß der in der Milch kolloid gelöste Käsestoff eine chemische Verbindung mit Kalk darstellt, so läßt sich der Vorgang der Säuregerinnung sehr einfach erklären. Aus der wasserlöslichen Kaseinkalkverbindung wird dadurch, daß sich die Milchsäure mit Kalk zu milchsaurem Kalk verbindet, das freie Kasein, also nicht mehr kolloid lösbar, ausgeschieden, wobei es alle übrigen, nicht gelösten Milchbestandteile, also vor allem das Fett, mit sich reißt. Daß das Kasein selbst dabei chemisch unverändert bleibt, kann man daraus ersehen, daß man das durch die Säuregerinnung der Milch rein dargestellte Kasein beliebig oft in Kalkwasser kolloid lösen und wieder ausfällen kann.

Außer durch Säure kann jedoch die süße Milch auch durch Lab ohne Änderung der Reaktion zum Gerinnen gebracht werden. Dieser Vorgang ist bis jetzt noch nicht in befriedigender Weise aufgeklärt, wenn auch manches über die Begleitumstände, unter denen diese Art von Milchgerinnung zustande kommt, bekannt ist. Auch die Labgerinnung kommt durch einen Spaltungsprozeß zustande, durch die Enzymwirkung des Labes. Diese ist daher an besondere Bedingungen geknüpft. Sie geschieht am schnellsten bei bestimmten Wärmegraden und tritt überhaupt nicht in Erscheinung,

---

[1]) Eugling-Weigmann, Handbuch der praktischen Käserei, Berlin 1923, S. 3.

[2]) Alex. Schmidt und Kapeller, Ein Beitrag zur Kenntnis der Milch. Dorpat 1874.

wenn es der Milch an gewissen löslichen Salzen fehlt, auch ist die Reaktion der Milch von Bedeutung für die Schnelligkeit der Labgerinnung. Nach den Untersuchungen von Hammarsten[1]) spaltet das Lab den Käsestoff hydrolytisch in zwei neue Eiweißstoffe, einen wasserunlöslichen, das Parakasein, und einen in den Molken löslichen, das Molkenprotein[2]). Auf Grund des Befundes von Hillmann[3]), daß die Mengenverhältnisse, in denen bei der Gerinnung Parakasein und Molkeneiweiß auftreten, sehr verschieden sind, erklärte Hammarsten[4]), daß er die hydrolytische Spaltung des Kaseins nicht mehr als sicher bewiesen ansehe. Er gab die Möglichkeit zu, daß es sich bei der Labgerinnung nicht um eine hydrolytische Spaltung, sondern um eine intramolekulare Umwandlung oder um irgendeine andere noch unbekannte Umwandlung des Kaseins handle. Die Wirkung des Labes besteht demnach in zwei Vorgängen:

1. Spaltung bzw. Umwandlung des Käsestoffs, und
2. Niederschlagen des Parakaseins, das unlöslich ist bzw. wird, wenn es sich mit Kalk verbindet.

Ein Vergleich der Beschaffenheit der beiden verschiedenen Gerinnsel bringt uns folgende Ergebnisse: Das Säuregerinnsel, der Quark, ist nicht elastisch, läßt sich in Wasser weniger schwer verteilen als der Bruch und ist leicht klebrig und schmierig. Es besteht aus kalkfreiem Kasein und schließt mechanisch nur wenig Kalziumphosphat ein, weil durch die Milchsäure, der es seine Entstehung verdankt, ein großer Teil der kolloiden Phosphate der Milch vollständig gelöst wird, also bei der Gerinnung nicht mitgerissen werden kann. Die Art der Gerinnung bringt es mit sich, daß der Quark sauer reagiert und von Milchsäurebakterien vollständig in Besitz genommen ist. Er gewährt daher nur einem engen Kreis von Bakterien einen günstigen Nährboden und läßt die Reifung der Sauermilchkäse fast ausnahmslos nur von außen nach innen fortschreiten. Das Labgerinnsel dagegen, der Bruch,

---

[1]) Jahresbericht für Tierchemie, 1874 und 1876.

[2]) Allemann und Müller, Über den Chemismus der Labwirkung. Milchwirtschaftl. Zentralblatt 1911.

[3]) Hillmann: Beiträge zur Kenntnis des Einflusses des Labfermentes auf die Eiweißstoffe der Milch. Dissertation, Leipzig 1895.

[4]) Wernken: Weitere Beiträge zur Theorie der Milch- und Kaseingerinnung. Dissertation. München 1908.

ist elastisch und nicht im mindesten klebrig oder schmierig[1]). Es enthält nach der jetzigen Anschauung kein Kasein, sondern einen daraus entstandenen neuen Körper, der trotz seines Kalkgehaltes wasserunlöslich ist, das Parakasein, und schließt die ganze Menge des in der Milch nur kolloid gelösten Di- und Trikalziumphosphates ein. Es enthält an Mikroorganismen die gesamte Flora der Milch, die Milchsäurebakterien haben noch nicht, wie im Quark, alle anderen zurückgedrängt, so daß dem Verlauf der Reifung keine von vornherein bestimmte Bahnen vorgezeichnet sind.

Wie man aus dem oben angeführten Vergleich der beiden Gerinnsel gesehen hat, unterscheiden sie sich in mehreren für die Verwendungsart des Gerinnsels mehr oder weniger wertvollen Eigenschaften. Bei der Aufgabe, durch chemische Prüfung die Herstellungsart eines Käses festzustellen, würde man nach dem Obigen zunächst den Säuregrad des Käses betrachten, d. h. die Anzahl an cm^3 $\frac{N}{10}$ Lauge bestimmen, welche nötig sind, eine aus 1 g hergestellte Käse-Emulsion zu neutralisieren. Dieser Säuregrad des Käses kann aber nicht als beweiskräftig für die Herstellungsart angesehen werden. In jedem Gerinnsel können und werden in der Zeit, unmittelbar nach seiner Herstellung bis zur Untersuchung, Lebensäußerungen niederer Organismen auftreten, welche in der Zersetzung der Eiweißstoffe, des Fettes und des Milchzuckers bestehend, den Säuregrad sehr verschieden beeinflussen und eine Beurteilung erschweren oder gar unmöglich machen. Vergegenwärtigt man sich aber die Vorgänge beider verschiedenen Milchgerinnungsarten, so leuchtet ein, daß die Zusammensetzung der Asche viel deutlichere und sichere Merkmale bieten muß, als der Säuregrad, indem je saurer die Milch bei der Gerinnung war, um so mehr der Kalk in die Molken gehen muß und die Käseasche an Kalk verarmen wird.

Vorliegende Arbeit soll nun den seinerzeit bei der erwähnten Gerichtsverhandlung von Herrn Professor Dr. Gutzeit geäußerten Gedanken über die Beurteilungsfähigkeit der Herstellungsart der Käse aus dem Kalkgehalt der Käseasche auf seine praktische Verwendbarkeit hin untersuchen.

---

[1]) Allemann und Schmidt, Über die Festigkeit des durch Lab erzeugten Milchkragulums. „Milchwirtschaftl. Zentralblatt“ 1916, Nr. 18, 19, 20.

B. Experimenteller Teil.

I. Abhängigkeit des Kalkgehaltes der Käseasche von der Azidität der Milch.

Einfluß der Schwankungen des Kalkgehaltes der Milch auf den Kalkgehalt der Käse.

Bei der Dicklegung durch Lab verbleiben, wie wir gesehen haben, sowohl die in der Milch ungelöst vorkommenden Salze, wie der mit dem Kasein verbundene Kalk im Gerinnsel, während bei der Gerinnung durch Säure die Mehrzahl dieser Ascheteile in lösliche Stoffe umgewandelt und in die Molken übergeführt werden. Ad. Mayer[1]) fand bei einem Versuch im Labgerinnsel von 1 Liter Milch 1,9 g Asche mit 0,79 g Kalk, und im Säuregerinnsel (mit Essigsäure) 1,22 g Asche mit 0,32 g Kalk.

Es werden sich also, wie man zunächst annehmen muß, die Sauermilchkäse durch ein Minimum an Kalk in der Asche von den Labkäsen (im Grunde aus süßer Milch durch Enzymwirkung des Labes bereitet) wesentlich unterscheiden.

Dabei ist aber noch zu beachten, daß der Kalkgehalt der Labkäse aus süßer Milch natürlich vom Kalkgehalt der Milch selbst abhängig sein wird. Da kein chemischer oder physikalischer Faktor der Milch ein konstanter ist, auch Menge und Zusammensetzung der Milchasche schwankt[2]), so muß auch der Kalkgehalt der Labkäse aus ganz süßer Milch ein wechselnder sein. Über diesen schwankenden Kalkgehalt der Milch seien hier mit Erlaubnis des Herrn Prof. Gutzeit aus bisher unveröffentlichtem Material des Molkereilaboratoriums der Universiät Halle folgende Angaben gemacht:

Untersucht war einmal eine Herde von etwa 25 Stück schlesischen Rotviehs aus der Ökonomie der Dr. Brehmers Heilanstalt in Görbersdorf (Schlesien), dann eine Herde von etwa 100 Stück ostpreußisches schwarzweißes Holländer Herdbuch in Kleinhof Tapiau

---

[1]) Landwirtschaftliche Versuchsstationen Band 27.

[2]) G. Wiegner: Kolloidchemische Studien an der Milch. Milchw. Zentralblatt, 1911, S. 31.

(Ostpr.), und Tiere verschiedener Rindviehrassen des Haustiergartens der Universität Halle. Die Ergebnisse der Untersuchungen seien in folgender Tabelle zusammengestellt:

Datum	Rasse	Fütterung	CaO % der Asche	im Mittel
21. September 1920	Schlesisches Rotvieh	Weidegang	27,3	28,07 %
11. Februar 1921 .	Schlesisches Rotvieh	Stallfütterung	26,8	
Mai 1921 .	Schlesisches Rotvieh	Stallfütterung	30,1	
21. Oktober 1920 .	12 Tiere verschiedener Rassen	Rübenblätter, Luzerne	22,3	26,6 %
27. Dezember 1920	13 Tiere verschiedener Rassen	Trockenfütterg.	31,6	
16. Februar 1921 .	12 Tiere verschiedener Rassen	Trockenfütterg.	26,9	
12. Juli 1921. . .	Ostpr. Schwarzweisses Holländer Herdbuch	Weidegang	25,9	25,5 %
13. Februar 1922 .	Ostpr. Schwarzweisses Holländer Herdbuch	Stallfütterung	25,0	

Um auch die Schwankungen innerhalb einer Rasse festzustellen, war die Milch von vier einzelnen sächsischen Tieflandrindern des Hallenser Haustiergartens auf ihren Kalkgehalt untersucht. Dabei wurden folgende Ergebnisse erzielt:

Am 27. April 1920 25,1 %, 25,4 %, 23,8 %, 31,9 % im Mittel **26,55.**

Es ist also anzunehmen, daß der Kalkgehalt der zum Verkäsen verwandten Milch zwischen 22 % und 31 %, im Mittel bei **27** % liegt.

R. Krüger[1]) hat nun in seiner Arbeit über Camembert-Käse genaue Untersuchungen der Bestandteile der Milch- und der Käseasche veröffentlicht. Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß beim Verkäsen süßer Milch der Kalkgehalt in der Käseasche etwa 40 % höher ist als in der zugehörigen Milchasche. Folglich müßten Käse, die aus einer Milch von einem Ca O-Gehalt von 22 % bis 31 % hergestellt wurden und in denen keinerlei andere Umsetzungen stattgefunden haben, einen Kalkgehalt von etwa 30 % bis 43 % der Asche haben.

Außerdem ist bei dieser Frage auch der Umstand in Betracht zu ziehen, daß die Bereitungsstätten der Großhandelskäse ziemlich

[1]) Molkereizeitung Hildesheim 1892, S. 237, 249, 261, 402.

beschränkt sind. Von der in Deutschland erzeugten Milch werden nur etwa 50% verarbeitet. Von diesen 50% werden 47% zu Butter und nur etwa 3% zu Käse verarbeitet. Während die Quarkkäse zwar überall bereitet werden, aber nur lokalen Verbrauch haben, werden die in den Großhandel kommenden Labkäse bekanntlich nur in bestimmten Gegenden erzeugt. Es sind dies die Gegend der Marschen und die Alpengegend. Es ist anzunehmen, daß diese graswüchsigen Gegenden durch ihr gleichmäßiges Grasfutter eine gleichmäßige Milch liefern, so wie sie der Käser braucht, die also nicht von so wechselnder Beschaffenheit ist, wie die Milch in Gegenden, wo das Futter sehr ungleichmäßig und zu sehr Industriefutter ist. Ebenso ist anzunehmen, daß — wie die bakteriologischen Eigenschaften dieser Milch bekanntlich gleichmäßig sein müssen — auch die chemischen Eigenschaften gleichmäßig sind, da ja das Futter immer ein gleichmäßiges ist. Die Schwankungen des Kalkgehaltes der zu den Großhandelskäsen verwandten Milch selbst werden also aus den angeführten Gründen nur geringe sein und man wird den Kalkgehalt der Milch daher als soweit gleichmäßig, etwa zu 27%, ansehen können, daß die in dieser Arbeit festgestellten Schwankungen des Kalkgehaltes der Käseasche von 3% bis 45% überwiegend als Ausdruck der Herstellungsart der Käse zu betrachten sein werden.

Versuch I vom 27. bis 30. März 1923.

Der erste Versuch, der angestellt wurde, um die Abhängigkeit des Kalkgehaltes der Käseasche von dem Säuregrad der zum Verkäsen verwandten Milch — der sog. Azidität — zu beweisen, war ein dreifacher. Er wurde vom 27. bis 30. März 1923 angestellt. Zu dem Versuch wurde die bei einem vergleichenden Aufrahmungsversuch zwischen dem Swartzschen, Gussander- und Holstein-Verfahren abgezapfte Magermilch verwendet.

Die Beschaffenheit der Versuchsmilch vor der Aufrahmung[1]):

Spezifisches Gewicht	32,2
Fettgehalt	2,65%
Azidität nach Soxhlet-Henkel .	5,25
Gesamttrockensubstanzgehalt . .	11,494%
Fettfreier Trockensubstanzgehalt	8,844%

[1]) Schneider: Historisch-experimentelle Studie über das Gussandersche Aufrahmungsverfahren im Vergleich zum Holsteinschen. Hannover 1925.

Nach der Aufrahmung wurde die Magermilch bei allen drei Versuchen sorgfältig abgezapft und jede für sich gemischt.

Die Beschaffenheit der Versuchsmagermilch:

Bei der Aufrahmung nach	Fettgehalt	Azidität	Spez. Gewicht
Swartz	0,28	5,45	34,2
Gussander	0,3	5,7	34,9
Holstein	0,36	5,8	34,7

Man ersieht aus den Säurezahlen ganz deutlich die Zunahme der Azidität mit der längeren Dauer des Aufrahmens von 5,45 bei 12 Stunden Aufrahmungszeit, über 5,7 bei 24 Stunden Aufrahmungszeit, auf 5,8 bei 48 Stunden Aufrahmungszeit, allerdings beeinflußt durch die anderen Umstände der drei Verfahren.

Je 6 Liter jeder Magermischmilch wurden in großen Porzellanschalen auf 30 ° erwärmt und nach dem Zusatz der Lablösung in 35 Min. bei der Swartzschen Magermilch, in 25 Min. bei der Gussander Magermilch und in 30 Min. bei der Holsteiner Magermilch dickgelegt. Nachdem der Bruch sich genügend zusammengezogen hatte, wurde er mit dem Käsemesser geschnitten und mit einer Aluminiumschöpfkelle verzogen. Sobald sich nun klare Molken abgeschieden und angesammelt hatten, wurde der Bruch nach und nach weiter zerkleinert. Die Herstellung der Käse erfolgte nach Tilsiter Art. Nachdem die Bruchkörner etwa Bohnengröße erreicht hatten, begann das Nachwärmen auf 36 °, um dem Bruch noch mehr Festigkeit und Trockenheit zu geben. Nachdem dies 30 Minuten gedauert, und während dessen die Bruchkörner durch vorsichtiges „Ausrühren" Erbsengröße erreicht hatten und beim Zusammenpressen mit der Hand nicht mehr aneinander klebten, wurde der Bruch in die Form gefüllt und wie Tilsiter Käse gewendet, zuerst aller Viertelstunden, dann aller halben Stunden, dann aller Stunden usw., bis am nächsten Tage alle Molken abgelaufen waren. Die Käse blieben dann noch zwei Tage in der Form bei Kellertemperatur. Nach dieser Zeit wurden sie aus der Form genommen und nach mehrmaligem Abreiben mit Salz, im ganzen 15 g auf den Käse, einen Monat im Käsekeller reifen ge-

lassen. Bei der nun folgenden Analyse wurden Fettgehalt der Trockensubstanz, der Säuregrad des Käses und der Kalkgehalt in Prozenten der Gesamtaschenmenge bestimmt.

Die Analysen wurden wie folgt ausgeführt:

125 g der Käsemasse wurden ganz fein gerieben und gut gemischt. Für die Aschenuntersuchung wurden 50 g Substanz im Vakuumtrockenschrank getrocknet. Inzwischen wurden die Fett- und Wasserbestimmungen vorgenommen. Zur Fettbestimmung nach Kooper[1]) wurden von der gut gemischten Käsesubstanz 2½ g in das Schiffchen abgewogen und das gefüllte Schiffchen in den Butyrometerbauch eingeführt. Nun wurden 6½ ccm Schwefelsäure vom spezifischen Gewicht 1,388 dazugegeben und das Butyrometer in das bis zum Sieden erhitzte Wasserbad gestellt. Nachdem durch häufiges Schütteln der Lösungsprozeß vollständig vor sich gegangen war, wurde das Butyrometer in kaltem Wasser abgekühlt und dann 6½ ccm Schwefelsäure vom spezifischen Gewicht 1,820 dazugegeben, durchgeschüttelt und kurze Zeit ins Wasserbad von 65 bis 70° zurückgestellt. Hierauf wurde das Butyrometer in der Zentrifuge volle 5 Minuten bei 1000 bis 1200 Umdrehungen in der Minute geschleudert und nach Erwärmen im Wasserbad der Fettgehalt an der Skala abgelesen.

Die Wasserbestimmung wurde nach Teichert-Hammerschmidt[1]) ausgeführt. 5 g Käse wurden in den gewogenen Metallbecher gegeben, dazu 25 g geglühtes Bimssteinpulver und ein kleiner Glasstab. Dann wurde nochmals gewogen und der Becher mit Inhalt in den Einsatz des Glyzerintrockenofens gestellt, dessen Glyzerinfüllung inzwischen auf 130° gebracht worden war. Nach 5 Minuten wurde die Masse ordentlich durchgerührt und weitere 20 Min. bis auf 160° erhitzt bei zeitweiligem Umrühren. Nach Beendigung des Eintrocknungsprozesses wurde der Becher im Exsikkator erkalten gelassen und dann gewogen. Die Gewichtsdifferenz wurde als Wassergehalt für 5 g Käse berechnet. Durch Multiplikation mit 20 wurde dann das Resultat für 100 g Substanz ermittelt.

---

[1]) Gerber, Die Untersuchung des Käses nach den neuesten Schnellmethoden, Leipzig 1914.

Da der Wassergehalt des Käses starken Schwankungen unterworfen ist, so würde eine Fettbestimmung allein, wie vorher angegeben, wenig Wert haben. Für Vergleiche muß man also, da sich mit dem Schwanken des Wassergehaltes die Zusammensetzung des Käses ändert, sowohl Fettbestimmung als auch Wasserbestimmung ausführen, um durch Umrechnen die Prozente Fettgehalt der Trockensubstanz berechnen zu können. Die Trockensubstanz ist die Summe aller festen oder gelösten Substanzen, also Käsemasse weniger Wasser, eine Substanz, die keinerlei Schwankungen durch Verdunsten unterworfen ist. Die Berechnung des prozentualen Fettgehaltes der Trockensubstanz wurde nach folgender Formel vorgenommen:

$$\frac{100\,f}{100 - w}$$

wobei f der Fettgehalt des Käses und w der Wassergehalt ist.

Der Säuregrad des Käses wurde nach Soxhlet-Henkel[1]) bestimmt. 10 g gut gemischter Käsesubstanz wurden in der Reibschale mit Wasser von 40 bis 45° zu einer Emulsion zerrieben. Die Käseemulsion wurde dann mit einigen Tropfen Phenolphtalein versetzt und mit ¼ Normalnatronlauge titriert, bis der Farbumschlag nach rot eintrat. Der Stand der Natronlauge in der Bürette gibt den Säuregrad für 100 g Käse an, indem man die Anzahl der verbrauchten Kubikzentimeter Natronlauge als Säurezahl für 100 g Substanz annimmt.

Inzwischen waren nun die 50 g Käse im Vakuumtrockenschrank eingetrocknet. Die Substanz wurde in einem Porzellantiegel auf einem Pilzbrenner erhitzt und zu einer kohlehaltigen Asche verbrannt. Diese Rohasche wurde möglichst fein zerdrückt, mit heißem Wasser ausgelaugt, auf ein aschefreies Filter gespült und noch mehrmals mit heißem Wasser ausgelaugt. Der Rückstand wurde dann im gewogenen Tiegel weiter verascht, bis die Asche ganz weiß war, das Filtrat dazu gegeben und auf dem Wasserbade eingedampft. Die Gesamtasche wurde schwach abge-

[1]) Gerber, Die Untersuchung des Käses nach den neuesten Schnellmethoden, Leipzig 1914. Die Bestimmung dieses Säuregrades geschieht nur, um mit ihm einen ungefähren Anhalt über den Reifungszustand des Käses zu erhalten. Er kommt bei der vorliegenden Arbeit kaum in Betracht, und ist daher, um Verwirrung zu vermeiden, in dieser Arbeit nicht angegeben.

glüht und nach dem Erkalten im Exsikkator gewogen. Dann wurde die Asche mit 10 ccm reiner Salzsäure gelöst und mit heißem Wasser in einen 250-ccm-Kolben gespült. Nach dem Erkalten wurde nach Färbung mit einigen Tropfen Congorot die Lösung mit verdünntem Ammoniak vollständig neutralisiert. Dann wurden 5 ccm 10%ige Eisenchloridlösung zugesetzt und nach Zufügung von 3 bis 4 Messerspitzen voll festem Natriumacetat und 50 ccm Wasser die Mischung gekocht, bis die überstehende Lösung nach erfolgter Abscheidung klar erschien. Nach also erfolgter Abscheidung der Phosphorsäure wurde erkalten gelassen, aufgefüllt, durchgeschüttelt, filtriert und in 100 ccm Filtrat der Kalk in der Hitze im Becherglas mit 25 ccm gesättigter Ammonoxalatlösung gefällt, einige Stunden stehen gelassen, der Niederschlag in ein quantitatives Filter filtriert, mit heißem Wasser ausgewaschen und dann das Filter mit verdünnter Schwefelsäure sorgfältig abgewaschen und der in der Schwefelsäure gelöste Niederschlag mit Kaliumpermanganat so lange titriert, bis der Farbumschlag nach rot eintrat.

Von allen in dieser Arbeit angeführten Analysen wurden Parallelbestimmungen gemacht und als Resultate die Mittelzahlen von mindestens zwei Bestimmungen angeführt.

Ich erhielt bei den ersten Käseanalysen folgende Ergebnisse:

Käse aus:	Swartzscher Magermilch	Gussander Magermilch	Holsteiner Magermilch
Gewicht	312 g	320 g	325 g
Gerinnungszeit . . .	35'	25'	30'
Behandlung	nachgewärmt	nachgewärmt	nachgewärmt
Azidität der Milch .	5,45	5,7	5,8
Kalkgehalt . . .	32,8	30,1	29,05
Aschenmenge . . .	2,5527 g	3,0890 g	3,1732 g
Wassergehalt . . .	46,0	48,0	49,3
Fettgehalt	5,0	6,0	5,0
Fettgehalt der Trockensubstanz	9,26	11,54	9,86

Das Ergebnis dieser Untersuchung der Aschenmenge auf den Kalkgehalt bestätigt voll und ganz die Erwartung, daß der Kalkgehalt des Käses mit Erhöhung der Azidität der zum Verkäsen ver-

wandten Milch abnimmt. Während diese von 5,45 auf 5,7 und 5,8 stieg, fiel der Kalkgehalt von 32,8 auf 30,1 und 29,05, also in dem gleichen Maße, wie die Azidität stieg. Die Bedingungen, unter denen die Käse hergestellt wurden, waren bei allen drei Käsen bis auf die Gerinnungszeit die gleichen, so daß eine Beeinflussung des Kalkgehaltes durch veränderte Herstellungsbedingungen nicht wahrscheinlich ist.

Versuch II vom 29. April 1923.

Zum Vergleich wurde noch ein Käse nach Tilsiter Art hergestellt aus ganz frischer Zentrifugenmagermilch von einem Fettgehalt von 0,6%, wobei die Milch desselben Stalles, wie oben bei den Aufrahmungsversuchen, verwandt wurde.

6 Liter Zentrifugenmagermilch wurden in einer Porzellanschale im Wasserbade auf 30° erwärmt. Nach Zugabe des Labes trat die Gerinnung in 30 Minuten ein. Die weitere Behandlung erfolgte genau so, wie vorher geschildert. Zur Abreibung wurden 30 g Salz verwendet.

Das Ergebnis der Analyse war folgendes:

Käse aus:	Zentrifugenmagermilch
Gewicht	3,66 g
Gerinnungszeit	30'
Behandlung	nachgewärmt
Azidität der Milch	5,6
Kalkgehalt	32,6
Aschenmenge	2,7740
Wassergehalt	45,7
Fettgehalt	4,5
Fettgehalt der Trockensubstanz	8,3

Beim Vergleich der Kalkgehalte dieser vier Käse finden wir, daß das Maximum an Ca O von 32,6% und 32,8% bei Käsen auftritt, die aus ganz frischer Milch hergestellt worden, wie sie jene Magermilch vom Swartzschen Aufrahmungsverfahren und die Zentrifugenmagermilch darstellten.

Diese Zahlen können von Käsen aus Gussander- und Holstein-Magermilch nicht erhalten werden, wenn diese auch „süß" erscheinen und die Azidität „normal", d. h. 5,5 bis 6,5, ist. In sauber erhaltener Milch ändert sich nach Soxhlet binnen 24 Stunden die Azidität nicht bei niederer Zimmertemperatur und die Milch bleibt bei kühler Kellertemperatur auch 48 Stunden kochfest. Denn wenn auch die in frischer Milch stets vorhandenen Milchsäurebakterien alsbald nach dem Melken sich zu vermehren beginnen, so dauert es doch längere Zeit, bis es zum Zerfall von Milchzucker, zur Milchsäurebildung, kommt, und diese sich in der gesteigerten Azidität der Milch ausdrückt. Man hat die Zeit, in der sich zwar das Milchsäureferment vermehrt, die Anfangsazidität der Milch aber nicht zunimmt, „Inkubationsstadium" genannt. Es ist also wohl zu unterscheiden zwischen dem „Frischezustand" der Milch und der Azidität.

Trotz der absolut niedrig gebliebenen Azidität bei der Gussander- und Holstein-Magermilch hat der Bakterienreichtum stark zugenommen, wie man aus der Bestimmung der Bakterienflora im Holstein- und Gussander-Rahm ersehen konnte. Bei ersterem ist die Bakterienflora im Extrem 16mal so hoch, wie bei letzterem. (Vgl. Schneider loc. cit., S. 160.)

Das wird sich beim Dicklegen, besonders wenn es bei 30° eine Stunde und länger währt, bemerkbar machen; bei „süßer" Gussander- und Holstein-Magermilch wird sich während der Verlabung die Azidität stärker verändern, als bei der Labung wirklich „frischer" Milch, und darum konnte bei den Gussander- und Holstein-Magermilchkäsen nicht der hohe Ca-Gehalt erreicht werden, wie bei Verwendung besonders hergestellter frischer Zentrifugenmagermilch.

Bei den sehr verschiedenen Bedingungen beim Aufrahmen nach dem Gussanderschen und Holsteinschen System — 23 Stunden bei 4,5 cm hoher Schüttung und 22° C einerseits, 36 bis 48 Stunden und 7,5 cm hoher Schüttung und einer Temperatur unter — 15° C andererseits — muß die Bakterienflora beider Magermilchen erheblich verschieden sein, so daß auch bei wenig verschiedener Azidität beide Magermilchen verschiedene Kalkgehalte der Käseasche ergeben können. Das zeigt der weitere

Versuch III vom 15. März 1923,

mit den bei einem Vergleichsversuch zwischen Gussander- und Holstein-Aufrahmungsverfahren gewonnenen Magermilchen[1]).

Die Beschaffenheit der Versuchsmilch vor der Aufrahmung:

Spezifisches Gewicht	32,3
Fettgehalt	2,7 %
Azidität	5,35
Gesamttrockensubstanzgehalt . .	11,579 %
Fettfreier Trockensubstanzgehalt	8,879 %

Die Beschaffenheit der Versuchsmagermilch:

Bei der Aufrahmung nach	Fettgehalt	Azidität	Spez. Gewicht
Gussander	0,64	5,4	35,0
Holstein	0,8	5,5	34,9

Die Verkäsung dieser beiden Milchen geschah genau so, wie bei den ersten Versuchen. Das Ergebnis der Analysen war folgendes:

Käse aus	Gussander Magermilch	Holsteiner Magermilch
Gewicht	460 g	534 g
Gerinnungszeit	23′	25′
Behandlung	nachgewärmt	nachgewärmt
Azidität der Milch	5,4	5,5
Kalkgehalt	24,3	21,89
Aschenmenge	3,2962	2,5852
Wassergehalt	38,4	77,6
Fettgehalt	9,1	10,5
Fettgehalt der Trockensubstanz	14,61	20,03

Trotz der geringen Aziditätsunterschiede von 5,4 bei Gussander-Magermilch und 5,5 bei Holstein-Magermilch ist doch ein

[1]) Die Inflationszeit zwang die bei einer anderen, im Molkereilaboratorium angestellten Untersuchung — den Schneiderschen Versuchen — benutzte Milch haushälterisch zu verwerten.

merklicher Unterschied zwischen den beiden Kalkgehalten von 24.3 auf 21,89 entstanden. Nach dem vorher Gesagten ist dieses Ergebnis nichts Überraschendes, was die Abnahme des Kalkgehaltes überhaupt anbelangt. Es ist auch aus dem früher Erwähnten zu ersehen, daß der Ca O-Gehalt nicht immer genau parallel mit der Aziditätszahl der Milch zu gehen braucht, besonders dann nicht, wenn von verschiedenen Milchen ausgegangen wird.

Versuch IV vom 19. Januar 1924.

Beim folgenden Versuch wurde der Einfluß einer solchen Aziditätssteigerung der Milch auf den Kalkgehalt der Käseasche festzustellen unternommen, wie sie durch Zusatz von sauren Molken bei der Bereitung der Edamerkäse üblich ist. Es sollte also ein Käse aus süßer Milch hergestellt werden, und ein Käse aus derselben Milch, nachdem sie mit einem Säurewecker versetzt worden war.

In Ermangelung von Vollmilch mußten wieder die bei einem Aufrahmungsversuch mit zwei Gussander-Satten abgezapften Magermilchen dienen. In der einen Satte war Vollmilch mit einem Fettgehalt von 4,85%, nachdem sie 15 Minuten lang auf 61° pasteurisiert worden, aufgestellt. Nach 12 Stunden Aufrahmung wurde die Magermilch abgezapft. Sie hatte einen Fettgehalt von 0,28%, wurde dann mit 5% geronnener Zentrifugenmagermilch versetzt, und hatte am nächsten Tage eine Azidität von 10,2%. 6 Liter dieser Milch wurden bei 29° C eingelabt. Nach 18 Minuten trat eine feinflockige, nach 30 Minuten die endgültige Gerinnung ein. Der Käse wurde auf 35° C nachgewärmt und der Bruch einen Tag lang gepreßt, da das Gefüge dann sehr fest war. Einen Monat lang wurde dann der Käse im feuchten Kellerraum (80 bis 90% Feuchtigkeit) reifen gelassen und dann in den kühlen Vorratsraum gebracht.

In der zweiten, gleichzeitig aufgestellten Gussander-Satte war dieselbe Vollmilch mit 4,85% Fett, aber nicht pasteurisiert, und 24 Stunden lang zur Aufrahmung gekommen. Die danach abgezapfte Magermilch hatte einen Fettgehalt von 0,17% und eine Azidität von 5,5. Bei der Labung dieses Käses wurde aus Versehen dreimal soviel Lab verwendet, als notwendig gewesen wäre. Die Gerinnung trat daher in 5 Minuten ein. Auch dieser Käse

wurde auf 35° nachgewärmt. Trotz der schnellen Gerinnung, die den Bruch im allgemeinen hart macht, war der Bruch wohl wegen der geringen Azidität der Milch sehr voluminös. Der Käse wurde daher doppelt so lange wie der vorhergehende mit 5 kg gepreßt. Nach einer zweimonatlichen Reifung — wobei er ebenso, wie der erste, mit Salz abgerieben wurde — kam er zur Untersuchung.

Die Analysen der beiden Käse hatten folgendes Ergebnis:

Käse aus	Gussander Magermilch pasteurisiert mit Säurewecker	Gussander Magermilch nicht pasteurisiert
Gewicht	264 g	286 g
Gerinnungszeit	18′	5′
Behandlung	nachgewärmt	nachgewärmt
Azidität der Milch	**10,2**	**5,5**
Kalkgehalt	**23,88**	**27,23**
Aschenmenge	2,0606 von 25 g	1,4328 von 25 g
Wassergehalt	27,3	18,4
Fettgehalt	7,5	12,5
Fettgehalt der Trockensubstanz	10,32	15,32

Der niedrigere Fettgehalt in der Trockensubstanz des Käses aus pasteurisierter Milch gegenüber dem anderen Käse erklärt sich leicht dahin, daß die Gerinnung bei der pasteurisierten Milch viel feinflockiger war wie bei der anderen Milch. Durch die feinflockige Gerinnung tritt viel Fett in die Molken über.

Sonst zeigt sich auch bei diesen beiden Käsen wiederum sehr deutlich die Erniedrigung des Kalkgehaltes in der Käseasche durch die Erhöhung der Azidität der Milch.

II. Untersuchungen von Handelskäsen.

Allgemeines über die Käsereifung.

Bevor im folgenden die Ergebnisse besprochen werden, welche durch die Bestimmung des Kalkgehaltes der Käseasche von verschiedenen im Handel erhältlichen Käsesorten erhalten sind, soll kurz dargelegt werden, wodurch der Unterschied der drei

Gruppen Sauermilchkäse, Weichkäse und Hartkäse bedingt wird[1]).

Die erste wird aus Quark, wie er durch die Säurefällung entsteht, die anderen beiden werden aus dem Bruch, wie er bei der Labfällung zustande kommt, bereitet.

Der rohe Quark besteht aus kalkfreiem Kasein, der rohe Bruch aus kalkhaltigem Parakasein und beide haben das Fett der verkästen Milch mitgerissen. Beide sind in Wasser vorerst nicht löslich. Die Umwandlung beider zu reifem Käse beruht hauptsächlich in einem Löslichmachen dieser geronnenen Eiweißstoffe, Umwandlung derselben in Albumosen, Peptone und weiterem Abbau des Kaseinmoleküls bis zum Ammoniak herunter. Aber wie dies geschieht, unterscheidet die Sauermilchkäse von den Labkäsen: In der bei einer Azidität von 30 bis 34 von selbst gerinnenden Milch hat die gebildete Milchsäure allen Kalk an sich gerissen, auch denjenigen der basischen Kalkphosphate molekular löslich gemacht: die Quarkmase ist ganz kalkarm und mit milchsäurehaltigen Molken durchzogen. Die ursprüngliche Bakterienflora der Milch ist durch die echten Milchsäurebakterien (Streptococcus) unterdrückt und so wird, da diese weder das Kasein noch das Fett angreifen, der Quark zunächst gewissermaßen konserviert, eine weitere Reifung unterbunden. Man kann sie bekanntlich sofort eintreten lassen, wenn dem Quark kohlensaures Natron zur Abstumpfung der Säure beigemischt wird (chemische Schnellreifung der Sauermilchkäse nach Trommer[2]).

Gewöhnlich überläßt man die Beseitigung dieser Milchsäure einer Metabiose, d. h. dem Auftreten von Milchsäure verzehrenden oder neutralisierenden Organismen. Dazu gehören die säureliebenden Schimmelpilze (Oidium), die in feuchter Luft die Oberfläche der Sauermilchkäse bald bedecken und ihre eiweißlösenden Enzyme in die Tiefe des Quarks durch Osmose eintreten lassen. Außerdem siedeln sich Bakterien an, die das Kasein schnell bis zum Ammoniak abbauen und die Milchsäure neutralisieren.

---

[1]) Vgl. Löhnis: Vorlesungen über landw. Bakteriologie. Berlin 1913. — Gutzeit: Die Bakterien im Haushalt der Natur und des Menschen. II. Aufl. Leipzig, 1918.

[2]) B. Martiny: Die Milch, ihr Wesen und ihre Verwertung. Danzig, 1871. II. B., S. 222.

So bildet sich die aus wasserlöslichen Eiweißstoffen bestehende Speckschicht, der Sauermilchkäse reift von außen nach innen.

Beim Labkäse, wo die süße Milch durch das Labenzym, ohne daß die Reaktion sich zu ändern braucht, zur Gerinnung gebracht wird, erfolgt die Reifung anders, wie am besten am typischen Hartkäse erläutert wird: Mit dem Bruch wird hier die gesamte Bakterienflora der süßen Milch mitgerissen. Auch in diesem werden infolge der günstigen Lebensbedingungen sich zunächst die echten Milchsäurebakterien schnell vermehren und zunächst überwiegen; aber die durch sie gebildete Milchsäure wird durch den reichen Kalkvorrat des Bruchs sofort neutralisiert. Andererseits ist der Gehalt des letzteren an Milchzucker relativ gering, da der zu Hartkäsen bestimmte Bruch molkenarm hergestellt wird.

Somit ist der Milchzuckervorrat bald aufgezehrt und die auf ihn angewiesenen echten Milchsäurebakterien gehen ein. Dafür entwickeln sich andere aus der Milchflora oder dem Lab stammende Organismen, so die Milchsäure-Langstäbchen (Laktobacillus), die außer von Milchzucker vom Abbau des Parakaseins leben können. Da sie anaerob sind, wirken sie im Innern des Käses, d. h. der Hartkäse reift durch die ganze Masse, während das Wachstum an der Oberfläche durch das hier übliche Abreiben mit Salz, ja durch Einhüllen in Paraffin, unterdrückt wird.

Etwas anders verläuft die Reifung der auch zu den Labkäsen gehörenden Weichkäse. Hier wird dem Bruch ein großer Gehalt an Molken gelassen, was einen im Verhältnis zum Parakasein hohen Milchzuckergehalt ergibt. Die auch hier einsetzende Tätigkeit der echten Milchsäurebazillen bildet daher mehr Milchsäure, als durch den Kalkgehalt des Bruches — auch wenn süße Milch verwandt werden würde — neutralisiert werden kann. Daher ein anfängliches Stocken der Reifung, ähnlich wie beim Sauermilchkäse, so daß auch hier die Reifung von außen nach innen durch Schimmelbildung und Bakterienentwicklung erfolgen muß (Camembert, Limburger).

So ist also der Reifung bei den drei Gruppen Sauermilchkäse, Hartkäse und Weichkäse durch den jedesmaligen Kalkvorrat des Gerinnsels die Richtung gegeben.

a) Hartkäse.

Nr.	Käseart	Fettgehalt %	Wassergehalt %	Fettgehalt der Trockensubstanz %	Aschengewicht von 50 g Käse g	CaO %
1.	Tilsiter . . .	31,25	37,1	49,68	2,5942	27,89
2.	do. . . .	7,0	45,80	12,92	2,3820	22,54
3.	do. . . .	4,5	45,70	8,28	2,4852	24,95
4.	Schweizer . .	34,9	33,6	52,56	2,3552	26,4
5.	Schweizer . .	33,5	17,45	40,67	2,2218	24,96
6.	Dtsch. Schweizer	31,5	27,35	43,36	3,1296	29,96
7.	Parmesankäse .	28,0	23,0	36,36	2,4970	19,27
8.	Edamer . . .	20,0	37,60	47,00	1,9098	20,30
9.	do. . . .	52,30	11,5	59,10	5,3780	10,20
10.	do. . . .	11,5	41,3	19,67	3,4386	20,54
11.	Goudaer . . .	27,5	38,00	52,41	2,2410	24,81
12.	do. . . .	24,2	47,70	50,73	2,1638	23,74
13.	Kaskaval . . .	43,5	16,3	51,97	1,5604	18,30
14.	Schweizer Camembert . .	26,0	52,00	67,11	2,3860	5,52
15.	Deutscher Camembert . .	23,5	52,40	68,50	1,4151	7,37
16.	do. . .	17,0	53,10	65,47	0,9549	9,38
17.	do. . .	50,60	22,0	43,47	2,5744	2,3
18.	Demi Camembert	52,40	22,25	42,46	2,0100	3,71
19.	Echter Brie . .	53,60	23,5	50,65	2,0707	3,17
20.	Echter Gervais .	43,55	24,75	43,84	1,0834	4,51
21.	Allgäuer Limburger . . .	59,30	8,25	20,27	2,2130	13,34
22.	Allgäuer Romadour . . .	44,90	19,0	34,48	2,6440	8,63
23.	Trappistenkäse .	44,5	15,0	52,35	2,3590	10,70
24.	Echter Chester .	61,70	29,80	48,29	2,2676	10,80
25.	Sauermilchkäse Alter Mann .	2,10	49,25	3,94	4,9562	2,7
26.	Sauermilchkäse .	4,5	22,40	5,8	3,0324	3,72

Da nun weiter während der Reifung der Käse nur Wasser und Kohlensäure verliert, so wird sich aus dem Kalkgehalt der im Handel erhältlichen Käse ein Rückschluß vom Kalkgehalt der Käseasche auf die Bereitungsweise des Käses ergeben. Natürlich werden sich im einzelnen mancherlei Einflüsse bemerkbar machen.

Untersucht wurden folgende Käsearten: Tilsiter-, Schweizer-, Edamer-, Goudaer-, Kaskaval-, Camembert-, Brie-, Gervais-, Romadour-, Limburger-, Chester-, Trappisten- und Sauermilchkäse. Die Tilsiter Käse 1 und 3 waren aus der Molkerei Kleinhof Tapiau (Ostpreußen) direkt bezogen, den Kaskaval (13) hatte ein Student der Landwirtschaft aus seiner bulgarischen Heimat beschafft, der Sauermilchkäse (15) war mir aus Wernigerode übersandt worden, den Sauermilchkäse (26) hatte ich selbst bereitet, alle übrigen waren mir von einer der ersten Feinkosthandlungen der Stadt Halle unter Garantie der Echtheit geliefert, einzelne, wie 18, 23, 24 in der Originalpackung. Die für das Aschengewicht angegebenen Zahlen sind durch Verbrennung von je 50 g frischem, im Vakuumtrockenschrank getrockneten Käse erhalten. Die Kalkgehälter bedeuten Prozente der Gesamtasche.

Untersucht wurden die Käse auf den Fettgehalt und Wassergehalt, woraus der Fettgehalt der Trockensubstanz sich ergibt, und auf den Kalkgehalt der Käseasche.

a) Hartkäse.

Von den an der Spitze der Tabelle stehenden drei Tilsiter Käsen sind Nr. 2 und Nr. 3 mit einem Fettgehalt von 12,9 und 8,2 in der Trockensubstanz offenbar aus Magermilch, Nr. 1 mit 49,7 aus fetter Vollmilch hergestellt. Da aber nicht nur der Fettgehalt der ersten alle möglichen Werte unter 2,7 aufweisen kann, sondern auch der Fettgehalt der Vollmilch sehr erheblichen Schwankungen unterliegt und schließlich auch die Art des Dicklegens von großem Einfluß auf den Fettgehalt der Käse ist, so genügt die einfache Bezeichnung Fettkäse und Magerkäse nicht, und man hat für den Handel bestimmte Grenzwerte und Bezeichnungen festgesetzt. So bezeichnet die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft Käse als

vollfett,	die über 45 %	Fett in der Trockensubstanz haben.
fett,	die 35—45 %	
halbfett,	die 25—35 %	
mager,	die unter 25 %	

Eine andere Klassifikation ist:

Rahm-(Sahne-) Käse,	die mindestens 50 %	Fett in der Trockensubstanz enthalten.
Fettkäse (vollfett),	die mindestens 40 %	
Dreiviertelfettkäse,	die mindestens 30 %	
Halbfettkäse,	die mindestens 20 %	
Viertelfettkäse,	die mindestens 10 %	
Magerkäse,	die unter 10 %	

Es ist also der erste Tilsiter Käse nach beiden Definitionen ein Vollfettkäse, Nr. 2 und Nr. 3 sind nach der Bezeichnung der D. L.-G. Magerkäse, nach der anderen ist Nr. 2 ein Viertelfettkäse, Nr. 3 ein Magerkäse.

Tilsiter Käse.

	Fettgehalt %	Wassergehalt %	Fettgehalt d. Trockens. %		Aschengewicht g	CaO %	
Vollfettkäse	31,25	37,1	49,68		2,5942	27,89	
Magerkäse .	7,0	45,80	12,92	10,6	2,3820	22,54	23,75
Magerkäse .	4,5	45,70	8,28		2,4852	24,95	

Kalkgehalt und Fettgehalt des Vollfettkäses zeigen nun beide die höchsten Werte gegenüber den Magerkäsen. Die Erklärung dafür ist einfach darin zu suchen, daß die zum Herstellen der Käse verwendete Milch verschieden behandelt wurde, um den verschiedenen Fettgehalt der Käse zu erzielen, während die Bereitungsweise der Tilsiter Käse selbst wohl überall ziemlich dieselbe ist.

Der erste Käse mit 49,68% Fett in der Trockensubstanz wurde also aus Vollmilch ohne Abrahmung hergestellt, so daß die Milch mit einem ziemlich hohen Frischezustand zum Verkäsen kam. Die Azidität der Milch war demnach niedrig, so daß der Käse einen verhältnismäßig hohen Kalkgehalt haben muß, weil

der geringe Säuregehalt nur wenig Kalksalze in lösliche Stoffe umwandeln kann. Je länger nun die Milch steht, um aufzurahmen, je mehr Fett der Magermilch also entzogen wird, desto niedriger wird der Fettgehalt der daraus bereiteten Käse, und desto höher durch das Stehen die Azidität der Milch. Der Kalkgehalt der Käse wird deshalb im großen ganzen auch mit der Klassifizierung der Käse nach Fettgehalt in der Trockensubstanz in Beziehung stehen. Daß dabei keine genaue Parallelität zwischen Ca O-Gehalt und f bestehen wird, sondern die Magermilchkäse nur im Mittel sowohl im Fett- als Kalkgehalt niedriger als die Vollfettkäse sind, ist verständlich, da Entrahmung und Säuerung der Milch nur durch die aufgewandte Zeit in Beziehung stehen und die Azidität der zum Verkäsen verwandten Magermilch durch viele andere Umstände bedingt ist.

Die Schweizerkäse mußten sich diesen bei den Tilsiter Käsen erhaltenen Ergebnissen sehr gut anschließen. Es ist ja bekannt, daß zur Herstellung der Schweizerkäse[1]) eine Milch mit einer bereits erhöhten Azidität verwandt wird. Demzufolge werden wir hier einen niedrigeren Kalkgehalt als bei dem aus frischer Milch bereiteten Tilsiter Vollfettkäse erwarten.

Schweizerkäse.

	Fettgehalt %	Wassergehalt %	Fettgehalt d. Trockens. %	Aschengewicht g	CaO %
Echter Schweizerkäse	34,9	33,6	52,56	2,3552	26.4
Deutscher Schweizerkäse	27,35	31,5	43,36	3,1296	29,96
Echter Schweizerkäse	17,45	33,5	40,67	2,2218	24,68

Das Mittel für den Kalkgehalt der drei untersuchten Schweizerkäse mit 27% entspricht dem aber vorerst nicht.

Der bisweilen sehr hohe Fettgehalt bei den Schweizerkäsen wird erreicht durch das „Rahmschmelzen“[2]). Soll die am Abend vor dem Käsen eingelieferte Milch abgerahmt werden, sei es, daß sie infolge der Jahreszeit zu fettreich ist, oder sei es, daß

[1]) Fleischmann, Jahrbuch der Milchwirtschaft, Bremen 1893, S. 231.
[2]) Eugling, Kleines Handbuch für die praktische Käserei, Bremen 1892, S. 149.

man den Fettgehalt der Kesselmilch auf ein bestimmtes Maß einstellen will, so wird dies am besten mit der Hand besorgt. Geschieht es mit der Milchschleuder, so entstehen leicht blähende Käse. Am nächsten Morgen wird dann die frisch gemolkene Milch im Kessel auf ungefähr 45° erwärmt, wobei der kurz vorher abgenommene Rahm der Abendmilch, welcher 12 Stunden vorher aufgestellt worden war, nach und nach unter stetem Umrühren zugegossen wird.

Wird nun durch diesen Vorgang des Rahmschmelzens schon eine gewisse Steigerung der Azidität der an sich frischen Vollmilch hervorgerufen werden, analog der durch die teilweise Abrahmung der Milch bei der Bereitung der Tilsiter Magerkäse, so kommt noch ein zweiter Faktor hinzu: Der Schweizerkäse hat sich von jeher nicht der fabrikmäßig hergestellten Labextrakte bedient, sondern Aufgüsse von Molken auf getrocknete Labmägen (Kälbermägen) verwandt. Noch vor jeder Molkereibakteriologie wurden der Milch dadurch Milchsäurebakterien und Milchsäure selbst vor dem Dicklegen zugeführt. In neuerer Zeit geschieht diese Labbereitung bewußt unter Zusatz von Milchsäurekulturen, und die zugesetzten Mengen der Labflüssigkeit und deren Azidität geben der Milch selbst[1]) eine gewünschte Azidität. Es war daher von vornherein zu erwarten, daß der in der Asche von Schweizerkäsen ermittelte Kalkgehalt nicht den Maximalwert von 33%, den wir oben bei einem selbstbereiteten Käse aus ganz frischer Swartzscher Magermilch und aus selbsthergestellter frischer Zentrifugenmagermilch erhielten (S. 19 und 20) darstellte. Das Mittel für die drei Schweizerkäse ist 27%. Freilich ist es nicht viel niedriger als der Kalkgehalt des Tilsiter Vollfettkäses mit 27.9%, bei dem eine Reifung der Milch und Ansäuerung des Labs nicht stattgefunden hat (im Gegensatz zu den Tilsiter Magerkäsen). Man braucht diese Unstimmigkeit nun nicht etwa darauf zurückzuführen, daß die Schweizermilch einen höheren Kalkgehalt als die ostpreußische gehabt hätte. Abgesehen von den auf Seite 15 darüber gemachten Ausführungen sei bemerkt, daß Kleinhof Tapiau seine Milch von Herden bezieht, die fünf Monate ständigen Weidegang auf Niederungswiesen, also ähnliche Futterverhältnisse wie im Gebirge haben.

---

[1]) Eugling-Weigmann, Handbuch der praktischen Käserei, III. Aufl., Berlin 1923, S. 127.

Die zu erwartende größere Differenz im Kalkgehalt stellt sich von selbst ein, wenn wir den sehr hohen Kalkgehalt des deutschen Schweizerkäses mit 29,96% von der Mittelbildung ausschließen. Die beiden echten Schweizerkäse haben nur 26,4 und 24,7, also im Mittel **25,0,** d. i. 3% weniger als der Tilsiter Vollfettkäse.

Wir können daraus weiter den Schluß ziehen, daß eben bei der Bereitung des deutschen Schweizerkäses weder der Prozeß des Rahmschmelzens noch eine Ansäuerung des Labs stattgefunden hat, sondern völlig süße Milch und Fabriklab benutzt sind. —

Wenden wir uns nun drittens zur Besprechung der Edamer Käse, so fällt sofort ins Auge, daß hier einem mittleren Kalkgehalt der drei Tilsiter von 25,13 und der drei Schweizer von 27,01 nicht nur der niedrige Mittelwert von 17,01 gegenüber steht, sondern daß auch die einzelnen Edamer Käse alle niedrigere Werte haben, als Nr. 1 bis Nr. 6. Das erklärt sich leicht durch die Bereitungsweise dieser Edamer Käse.

Nachdem man hier frühzeitig erkannt hatte, daß ganz süße Milch zu verarbeiten nach den gemachten Erfahrungen nicht zweckmäßig sei und häufig zu Blähungen der Käse Veranlassung gebe, so hat man Milch von einer gewissen Reife verarbeitet oder der süßen Milch Säure zugesetzt, um dem Mangel abzuhelfen. In früherer Zeit setzte man wohl auch Essig der Milch zu, um sie käsereif zu machen. Später ist man dazu übergegangen, diese Reife der Milch durch Zusatz von saurer Molke zu erreichen. Die Erfahrungen damit waren sehr ungleich, bald günstig, bald ungünstig. Der Grund ist heute verständlich: Weil die Molke neben Milchsäurebakterien oft sehr reich an Milchzucker vergärenden Hefen ist und deshalb auch Blähungen an den Käsen verursacht. Das gleiche ist bei Verwendung der sog. „langen Wei“[1]), d. h. einer fadenziehend gewordenen und durch geeignete Aufbewahrungsbedingungen fadenziehend erhaltenen sauren Molke, der Fall. Jetzt benützt man in Erkenntnis desjenigen Faktors, der allein der wirksame ist, Reinkulturen von Milchsäurebakterien und saure Molken. Die Milch erhält also eine höhere Azidität und infolgedessen wird auch der Kalkgehalt ein entsprechend niedrigerer.

[1]) Eugling-Weigmann, Handbuch der praktischen Käserei, III. Aufl., Berlin 1923, S. 334.

Edamer Käse.

	Fettgehalt %	Wassergehalt %	Fettgehalt d. Trockens. %	Aschengewicht g	CaO %
Vollfett . . .	20,0	37,60	**47,00**	1,9098	**20,30**
Vollfett . . .	52,30	11,5	**59,10**	5,3780	**10,20**
Mager	11,5	41,3	**19,67**	3,4386	**20,54**
					Mittel 17,01

Daß bei diesen drei Edamer Käsen nicht dieselbe Beziehung zwischen Fettgehalt in der Trockensubstanz und Kalkgehalt, wie bei den Tilsiter Käsen, zu finden ist, sondern der Magerkäse den höchsten Kalkgehalt hat, hängt wohl mit der bei dieser Käsesorte erwünschten Plastizität des reifen Käses zusammen: Wenn nämlich im Verfolg des Gebrauchs der sauren Molken im Käse eine größere Säuremenge entsteht, als durch den vorhandenen Kalk und Parakaseinkalk gebunden werden kann, so entsteht ein harter, bröckeliger, kreidiger Teig[1]). Um dies zu verhindern, darf man dem Bruch nicht zu viel der angesäuerten Molken belassen. Man hat also wohl dem mageren Edamer Käse, der an und für sich schon härter ist als ein Fettkäse, um ihn nicht zu hart werden zu lassen, eine geringere Menge Molken belassen und damit auch die Säurebildung vermindert, so daß umgekehrt der Kalkgehalt in der Käseasche ein höherer sein muß. Der große Unterschied ferner im Kalkgehalt bei den beiden Vollfettkäsen kann ähnlich erklärt werden: Die Milch, die zum Käse mit 47% Fett verwandt worden ist, dürfte ziemlich arm an Kalksalzen gewesen sein, und daher war wohl ein ziemlich harter Bruch zu erwarten. Um also nicht einen zu harten Käse zu bekommen, hat man wohl größere Mengen Molken abgenommen und dadurch den Kalkgehalt auf einer höheren Stufe gelassen. Der zweite Vollfettkäse hat den höchsten Fettgehalt. Dieser hohe Fettgehalt macht den Käse erfahrungsgemäß weich. Um also die richtige Härte des Käses zu erhalten, müssen mehr Molken darin bleiben. Diese vermehrte Säure erniedrigt aber den Kalkgehalt, da man dem Käse mit den Molken

[1]) Eugling-Weigmann, Handbuch der prakt. Käserei, III. Aufl., Berlin 1923, S. 739—41.

ja den Baustein für die Milchsäure, den Milchzucker, beläßt. Beim Edamer Käse ist also der wechselnde Kalkgehalt bedingt durch das Bestreben, eine bestimmte Plastizität des reifen Käses zu erzielen[1]).

Alles, was im vorhergehenden über die Edamer Käse gesagt wurde, läßt sich auch auf die Goudakäse anwenden. Auch sie werden hergestellt, indem man der Milch Milchsäurebakterien zuletzt und durch Zusatz gesäuerter Molken eine Regelung der Festigkeit des reifen Käses erzielt. Die Heimat des Goudakäses ist Südholland, während der Edamer Käse aus Nordholland stammt. Der richtige Gouda wird aus vollfetter Milch gemacht. Es ist das wohl damit in Zusammenhang zu bringen, daß er früher durchweg auf Bauernhöfen gleich nach der Gewinnung der Milch bereitet wurde und auch heute noch so zubereitet wird. Ganz selten wird die Milch vor dem Verkäsen abgerahmt. Man begründet dies damit, daß man sagt, die Käse würden leicht fehlerhaft. Der hohe Fettgehalt der Goudakäse ist also damit leicht zu erklären. Daß trotz grundsätzlich gleicher Herstellungsweise das Mittel im Kalkgehalt von **24,3** um viele Prozente höher ist als das Mittel beim Edamer mit 17,0, stimmt mit der Angabe[2]) überein, daß das Maß der Säuerung der Milch beim Edamer viel höher genommen ist und man im Sommer, wenn die Milch an und für sich zum Säuern neigt, nur Edamer, aber keinen Goudakäse herstellt.

Goudakäse.

Fettgehalt %	Wassergehalt %	Fettgehalt der Trockensubstanz %	Aschengewicht g	CaO %
27,5	38,00	**52,41**	2,2410	**24,81**
24,2	47,70	**50,73**	2,1638	**23,74**

Auch der Kaskaval, der aus Bulgarien bezogene Schafkäse, läßt sich hier einreihen. Bei den höheren Temperaturen in den

[1]) Sofern die Edamer Kugelkäse im Salzbade behandelt werden, kann der Kalkgehalt auch noch durch den eintretenden Austausch der Salze erniedrigt werden, worüber aber noch keine Beobachtungen vorliegen.

[2]) Eugling-Weigmann, Handbuch der praktischen Käserei, III. Aufl., Berlin 1923, S. 334.

südlicheren Ländern bzw. einer weniger peinlichen Sauberkeit bei der Milchgewinnung, ließe es sich verstehen, daß die Milch schneller säuert und daher mit einem höheren Säuregrad zum Verkäsen kommt. Deshalb hier auch ein niedrigerer Kalkgehalt, obgleich der Kalkgehalt der Schafmilch höher als der der Kuhmilch sein dürfte.

Kaskaval.

Fettgehalt %	Wassergehalt %	Fettgehalt der Trockensubstanz %	Aschengewicht g	CaO %
43,5	**16,3**	**51,97**	1,5604	**18,30**

Eine andere Erklärung ergibt sich aus den Mitteilungen von Frangopol[1]) über rumänischen Schafkäse (Kaskaval). Danach ist dieser ein harter Käse, der zwar aus sehr fettreicher Schafmilch hergestellt, aber verhältnismäßig mager ist, weil der Bruch mit Wasser von 60 bis 65° im Kessel zur Gewinnung von Schmelzbutter behandelt wird. Dadurch erklärt sich der von Frangopol angegebene Fettgehalt von nur 40,0% i. d. Tr., aber auch der gleichfalls ermittelte sehr niedere Kalkgehalt von 9,2% in der Käseasche (vgl. Cacio cavallo, S. 43). Da der aus Bulgarien stammende Kaskaval neben seinem hohen Fettgehalt auch einen doppelt so hohen Kalkgehalt aufweist, so ist es nicht wahrscheinlich, daß er nach obigem Rezept bereitet ist, sondern eher nach einem anderen, das für den Telemekäse (Brânza de Braila) angegeben wird. Dieser nach Frangopols Mitteilung neuerdings auch in Bulgarien hergestellte Schafkäse wird nicht mit warmem Wasser ausgelaugt, erfährt aber eine 24stündige Behandlung mit starker (20—25%) und 8 Tage lang eine Behandlung mit verdünnter Salzlösung. Inwieweit auch dadurch ein an sich höherer Kalkgehalt erniedrigt werden kann (vgl. Edamer Käse, S. 34, Fußnote 1).

Weiterhin wurden zwei Sorten von Hartkäsen untersucht, bei deren Bereitung eine Säuerung des Bruches direkt angestrebt wird.

[1]) Milchw. Zentralblatt 1911, S. 289—303.

Echter Chester-Käse[1]).

Fettgehalt %	Wassergehalt %	Fettgehalt der Trockensubstanz %	Aschengewicht g	CaO %
29,80	61,70	**48,29**	2,2676	**10,80**

Dieser berühmte englische Vollfettkäse wird stets aus Vollmilch gemacht, die man mit einem Säurewecker versetzt, oder aus gereifter Abendmilch, gemischt mit frischer Morgenmilch. Die Dicklegungsdauer beträgt 60 bis 75 Minuten.

Das Eigentümliche bei den Cheddarsorten, zu denen der Chester gehört, ist die Nachsäuerung im Bruch[2]). Der Bruch wird, ehe seine Körner die gewünschte Größe erreicht haben, in der Käsewanne absetzen gelassen. Dann wird vor der neuen Bearbeitung ein Teil der Molken entfernt. Sobald der Bruch die gewünschte Korngröße, etwa Erbsengröße, erreicht hat, wird die Molke bis auf einen Rest abgeschöpft und dann der Bruch in die Form getan.

Diese Nachsäuerung der Käse im Bruch muß natürlich eine starke Verminderung des Kalkgehaltes zur Folge haben, so daß der oben angegebene, für Vollfett-Hartkäse sehr niedrige Kalkgehalt von 10,80% möglich erscheint. Indessen könnte noch ein anderer Faktor hinzugekommen sein. (Vgl Anm. 1.)

Echter Parmesankäse.

Fettgehalt %	Wassergehalt %	Fettgehalt der Trockensubstanz %	Aschengewicht g	CaO %
28,0	23,0	**36,36**	1,9746	**19,27**

Der untersuchte echte Parmesankäse war garantiert sechs Jahre alt. Die Parmesankäse sind Reibkäse und nehmen mit zunehmendem Alter an den für die Reibkäse erforderlichen guten

[1]) Es konnte nicht festgestellt werden, ob der in Originalpackungen erhaltene Chester nicht etwa zu „rindenlosem" Käse umgearbeitet worden war.

[2]) Eugling-Weigmann, Handbuch der prakt. Käserei, III. Aufl., Berlin 1923, S. 394 ff.

Eigenschaften zu. Zur Bereitung dieses Käses verwendet man Mischmilch, und zwar wechselt die Bereitungsweise mit der herrschenden Temperatur. Im Sommer wird die Morgenmilch desselben Tages mit der Abendmilch des vorhergehenden Tages gemischt, zum Aufrahmen gestellt und vormittags verkäst, während im Winter die beiden Milchen des vorhergehenden Tages nach der Abrahmung bis Mittag verkäst werden. Beim Parmesankäse wird direkt verlangt, daß die Milch einen Säuregrad von 9 bis 12 ° Soxhlet-Henkel besitzt[1]). Hat die Milch die erforderlich Säure noch nicht, so wird gewöhnlich etwas saure Molke vom vorhergehenden Tage zugesetzt, bis die nötige Säure erreicht ist. Die Labzeit beträgt 20 bis 30 Minuten. Auch bei diesen Käsen wird eine kurze Zeit absetzen gelassen, bevor die Zerkleinerung auf die gewünschte Größe vorgenommen wird. Der Käse wird dann etwa 35 bis 50 Minuten lang auf 55 ° nachgewärmt.

Aus diesen Angaben über die Bereitungsweise der Parmesankäse kann man wohl ersehen, daß der gegen den Gehalt von 25 % der echten Schweizer erniedrigte Kalkgehalt von 19,27 % durch die vorgeschrittene Reife der Milch und durch die Säuerung des Bruches in der Molke bedingt wird.

Es war ursprünglich beabsichtigt, für jede Käsesorte eine größere Zahl von Käsen aus den verschiedensten Ländern und Gegenden auf den Kalkgehalt in der Käseasche zu untersuchen, weil befürchtet wurde, daß die möglichen Schwankungen im Ca O-Gehalt der Milch und eine an verschiedenen Fabrikationsorten abweichende Herstellung der einzelnen Sorten so verschiedene Werte für den Kalkgehalt der Käseasche einzelner Käse bedingen würde, daß der angestrebte Zweck nur aus einer Mittelbildung vieler für jede Käsesorte erhaltener Werte zu erreichen sein würde. Wegen der nach Beginn der vorliegenden Arbeit einsetzenden Inflation bzw. Deflation mußte ich mich leider mit der geringen Anzahl von Käsen begnügen. Erfreulicherweise haben sich jene Befürchtungen beiderlei Art als gegenstandslos herausgestellt, da wir bei der bisherigen Besprechung der aus der Analyse weniger Käse verschiedener Sorten erhaltenen Ergebnisse Kalkgehalt der Käseasche und Herstellung der Käse in deutliche Beziehung setzen konnten.

---

[1]) Eugling-Weigmann, Handbuch der praktischen Käserei, III. Aufl., Berlin 1923, S. 409.

Aus der Verschiedenheit des Ca O-Gehaltes bei deutschem und echtem Schweizer konnten wir sogar auf eine andere Bereitungsweise beider schließen.

b) Weichkäse.

Nr.		Fettgehalt %	Wassergehalt %	Fettgehalt der Trockens. %	Aschengewicht g	Ca O %
1.	Deutscher Camembert	52,4	23,5	68,5	1,4151	6,37
2.	Schweizer Camembert	52,0	26,0	67,11	2,3860	5,52
3.	Deutscher Camembert	53,1	17,0	65,47	0,9549	3,38
4.	do.	50,60	22,0	43,47	2,5744	2,30
5.	Franz. Camembert . .	52,40	22,25	42,46	2,0100	3,71
6.	Echter Gervais . . .	43,55	24,75	43,84	1,0834	4,51
7.	Echter Brie	53,60	23,5	50,65	2,0707	3,17
8.	Allgäuer Limburger .	59,30	8,25	20,27	2,2130	13,34
9.	Allgäuer Romadour .	44,90	19,0	34,48	2,6440	8,63
10.	Trappisten-Käse . .	29,00	44,5	52,35	2,3590	10,70

Für die Weichkäse findet man von jeher als erstes Erfordernis für eine regelrechte Fabrikation angegeben, daß nur süße Milch verwendet werden dürfe. Wenn man daraus aber den Schluß zog, daß sie auch in diesem Zustande verkäst werden mußte, so war das irrig. Im Gegenteil macht die Milch wohl bei keiner Gruppe der Labkäse eine so kräftige Säuerung durch wie bei den molkenreichen französischen Weichkäsen. Jene Forderung hat jedoch ihren Grund darin, daß für diese zarten und eine besondere eigenartige Reifung durchmachenden Käsesorten von sehr guter Milch ausgegangen werden muß. Unter guter Milch verstehen wir eine reinlich gewonnene und sachkundig behandelte Milch, zugleich aber eine solche, welche noch nicht durch mehrere Hände und viele Gefäße gegangen ist und ein gewisses Alter noch nicht überschritten hat. Nur solche gute Milch macht — am besten mit Hilfe eines Säureweckers — eine reine Säuerung durch und läßt die für die eigenartige Geschmacksbildung nötigen Myzelpilze aufkommen.

Daß diese Säuerung der Milch vor oder während des Dicklegens durch das Lab sehr vorgeschritten sein muß, ergibt sich aus folgender Zusammenstellung der von mir untersuchten Weichkäse.

Bezüglich des camembertartigen Weichkäses hat R. Krueger[1]) im Jahre 1892 eine sehr eingehende, sich auf alle einzelnen Bestandteile, auch auf die der Asche, beziehende Untersuchung ausgeführt und dabei in der Asche des frischen Käses den hohen Kalkgehalt von **30,10** % gefunden. Der untersuchte Käse ist von ihm eigens zu diesen Untersuchungen im Laboratorium nach den damals allgemein bekannten Vorschriften[2]) angefertigt worden. Es wurde dazu eine frische, ganz süße Morgenmilch dickgelegt. Im Gegensatz zu dem Ergebnis von Krueger stehen nun meine Befunde von gekauftem Camembertkäse, die sämtlich einen sehr niedrigen Kalkgehalt aufweisen, der sich stark dem der Sauermilchkäse nähert.

Die Erklärung für diesen Umstand ist nicht allzu schwer.

Krueger sagt schon in der Besprechung seiner Versuche, daß bei einer Dicklegungsdauer von 4½ Stunden, wie sie bei seinen Versuchen stattfand, und bei einer Temperatur von 32 bis 30,5 ° C, welche nahe an der Optimalwachstumstemperatur für die Milchsäurefermente liegt, neben der Wirkung der organischen Fermente im Lab auch die der organisierten zur Geltung kommen muß und so die Milchsäuregärung eingeleitet wird. Es wird dadurch ein Käse entstehen, welcher in der Hauptsache natürlich die Eigenschaften eines Labkäses aus süßer Milch, in geringem Maße aber auch die Wirkung des Kalkentzuges durch Milchsäure zeigen wird. Wenn man nun in Betracht zieht, daß die Versuchskäse von Krueger aus ganz frischer Milch ohne Abrahmung hergestellt wurden, in den meisten Käsereien jetzt aber die Milch, die zum Herstellen der camembertartigen Weichkäse verwandt werden soll, bevor man ihr das Lab zusetzt, 2 bis 3 Stunden stehen gelassen und dann die inzwischen gebildete dünne Rahmschicht abgenommen wird, so wird man sich leicht erklären können, daß durch den anderen Reifezustand der Milch in den Käsereien die Vermehrung der

---

[1]) Molkereizeitung Hildesheim 1892.

[2]) Nach der „Kieler“ Vorschrift wird zu Camembert die Milch 2 Stunden nach dem Melken, also in ganz frischem Zustande, und ohne Entrahmung dickgelegt. Kirchner, Handbuch der Milchwirtschaft, VI. Aufl., 1919, S. 591.

Milchsäurebakterien schon viel weiter vorgeschritten ist, als bei frischer Milch, da bei der sehr langen Gerinnungszeit dieser Weichkäse Milchsäure gebildet, und dadurch der Kalkgehalt der Käseasche sehr erniedrigt werden wird.

Die genannte Abrahmung hat sich in Frankreich so eingebürgert, daß jetzt allgemein behauptet wird, sie wäre notwendig, wenn der Käse die genügende Festigkeit und nicht die sogenannte Fettkrankheit — offenbar Entwicklung von fettspaltenden Bakterien — bekommen soll.

Wie sehr — analog wie oben bei den Hartkäsen nach Tilsiter Art — die Abrahmung einen Einfluß auf den Kalkgehalt der Käse hat, geht aus den Untersuchungsergebnissen der Camembertkäse hervor (vgl. Nr. 1 bis 5 der Tabelle S. 38). Der Käse mit dem höchsten Fettgehalt von 68,5, der also die geringste Abrahmung durchgemacht hat, hat den höchsten Kalkgehalt von 6,37% der Asche. Der fettärmste Käse von 42,46 Fettprozenten hat den niedrigsten Kalkgehalt von 2,3%. Nur Nr. 5, Camembert aus Paris bezogen, fügt sich mit f = 43,47, und Ca O = 3,71 nicht so streng in die Reihe, wie die anderen vier. Man sieht aber sehr deutlich, daß durch die Länge der Aufrahmzeit der Milch der Kalkgehalt der Käse stark beeinflußt wird.

Auch die Kalkgehalte der anderen Weichkäse, Briekäse und Gervais, bestätigen die Ansicht, daß durch Verwendung schon gereifter Milch und die lange Labungsdauer die Milchsäuregärung sehr weit vorgeschritten und dadurch der Kalkgehalt der Käseasche stark erniedrigt ist.

Der Gervais wird so hergestellt, daß man zu ganz frischer süßer Vollmilch Zentrifugenrahm hinzufügt und dann das Gemisch auf 12 bis 14° C bringt. Die Gerinnung darf nicht früher als in 24 Stunden eintreten, wird aber meist auf 48 Stunden ausgedehnt. Der Zusatz des Labes hat beim Gervais eigentlich nur den Zweck, die in der Milch nach und nach eintretende und sich langsam fortsetzende Selbstsäuerung zu unterstützen. In neuerer Zeit wird sogar von einer Verwendung von Lab ganz abgesehen, und die Gerinnung nur durch Anwendung eines Säureweckers herbeigeführt.

Auch der Briekäse wird vielfach aus Milch mit Rahmzusatz hergestellt. Meist wird Morgen- und Abendmilch getrennt verarbeitet. Man gibt aber dann zu der frisch gemolkenen Milch 10% vom vorhergehenden Gemelke hinzu, das bei etwa 18° C stehen gelassen, erheblich gesäuert sein muß. Man will offenbar der süßen Milch durch Hinzufügen angesäuerter Milch die nötige Reife geben, d. h. sie mit genügend Milchsäure und Milchsäurebakterien versehen. Auch beim Briekäse wird in neuerer Zeit vielfach ein Säurewecker verwendet. Der richtige Säuregrad der zum Briekäse verwendeten Milch ist 8,5 bis 9,5 Soxhlet-Henkel[1]). Die Dicklegungsdauer soll bei diesen Käsen 2 Stunden nicht überschreiten.

Aus diesen Angaben über die Herstellungsweise von Camembert-, Gervais- und Briekäse kann man ersehen, daß durch Verwendung von schon gereifter Milch bzw. Säureweckern und die in der langen Labungsdauer sich verstärkende Säuerung der Kalkgehalt der Käseasche herabgesetzt werden muß.

Sehr gut kann man die Beeinflussung des Kalkgehaltes bei Weichkäsen durch die Labungsdauer bei den nächsten beiden Käsen, dem Allgäuer Limburger oder Backsteinkäse und dem Allgäuer Romadour, die beide zur Art der Limburger Käse zählen, sehen. Die Vorschriften zur Herstellung beider Käse sind bis auf die Labungszeit ziemlich gleich[2]). Sie werden aus Magermilch, die durch freiwillige Aufrahmung gewonnen wurde, oder aus Schleudermagermilch gewonnen. Zum Teil werden auch etwa 5% — saurer — Buttermilch zur Magermilch dazugegeben, oder es wird Vollmilch mit Magermilch gemischt. Der Backsteinkäse wird in 25 bis 40 Minuten dickgelegt, der Romadour in 65 bis 70 Minuten. Der Kalkgehalt beim Backsteinkäse ist 13,34% der Asche und beim Romadour 8,63%. Man erkennt sehr deutlich aus diesen Zahlen, wie die Labungsdauer von 68 bis 70 Minuten den Kalkgehalt auf 8,63%, gegenüber einer Zeit von 25 bis 40 Minuten und einem Kalkgehalt von 13,34%, erniedrigt haben dürfte.

Schließlich sei noch eine Sorte von Weichkäse angeführt, der Trappistenkäse, der in Österreich hergestellt wird.

---

[1]) Eugling-Weigmann, Handbuch der praktischen Käserei, III. Aufl., Berlin 1923, S. 230.
[2]) Eugling-Weigmann, Handbuch der praktischen Käserei, III. Aufl., Berlin 1923, S. 305.

Der Trappistenkäse ist ein gepreßter Weichkäse[1]) aus ganzer Milch. Er wird in 60 bis 90 Minuten dickgelegt und das Gerinnsel wird dann noch ½ Stunde lang in den Molken gelassen. Der niedrige Kalkgehalt von 10,70% hat also seinen Grund einmal in der langen Dicklegungszeit, dann in der Nachsäuerung in den Molken, und vielleicht im Abpressen der gesäuerten Molken, die mobilisierten Kalk mitnehmen (vgl. weiter unten). Daraus, daß Backsteinkäse, Romadour- und Trappistenkäse zwar niedrige Kalkgehälter in der Käseasche zeigen, aber alle drei wesentlich höhere Werte aufweisen als die typischen Weichkäse nach französischer Art, Camembert, Brie und Gervais, dürfte hervorgehen, daß bei jenen keine solche starke Säuerung der frischen Milch vor dem Dicklegen erfolgt, wie sie nach dem Ergebnis der betreffenden Analysen jetzt offenbar bei der Fabrikation des Camembert allgemein Brauch ist.

Als Anhang an die eigenen Untersuchungen von Handelskäsen sei hier aus der Milchzeitung von 1896, S. 118, eine Tabelle über die Asche italienischer Käsesorten, die Mariani und Tasselli in „le stationi sperem. agr. Ital.", Band XXVIII, veröffentlicht haben, wiedergegeben.

Da mir die Arbeit im Original nicht zugänglich, in dem Referat der Milchzeitung außer obiger Tabelle nichts wiedergegeben, also alle näheren Angaben über die Käsesorten fehlen, läßt sich nur folgendes über sie sagen:

Die fünf Weichkäsesorten (s. Tabelle S. 43) haben im Mittel (19,6) wohl einen niedrigeren Kalkgehalt in der Käseasche als die meisten der italienischen Hartkäse, aber nicht im entferntesten einen solch niedrigen, wie ihn die von mir untersuchten Weichkäse französischer Art (Seite 38), Nr. 1 bis 7 mit 4,13 im Mittel ergeben haben, und noch einen beträchtlich höheren als Limburger usw. Also hat man in Italien 1896 zu Weichkäsen wohl etwas gereifte Milch, aber noch von ziemlich süßer Beschaffenheit dickgelegt. Für den Strachino (fresco quadrato) wird in Klenzes Handbuch, S. 317, sogar angegeben, daß zur Herstellung dieses fetten Streichkäses (Fett i. d. Tr. 56%) die noch kuhwarme Milch mit gewöhnlichem

[1]) Eugling-Weigmann, Handbuch der praktischen Käserei, III. Aufl., Berlin 1923, S. 420.

Labmagenauszug dickgelegt wurde. Letzterer muß also sehr sauer gewesen sein, um den sonst zu erwartenden hohen Kalkgehalt auf 15% zu drücken.

Asche italienischer Käsesorten.

Nummer		Trockensubsantz	Reinasche	Chlor	Kalk	Kalk × 100 / Asche
	Weichkäse.					
1.	aus frischer, ganzer Milch .	47,8	3,33	1,08	0,64	19,3
2.	Lombardisch. Käse . . . . Strachino	71,4	2,70	0,69	0,60	22,3
3.	Quadratkäse	58,6	4,33	1,45	0,71	16,4
4.	reif, mäßig scharf, gut . .	76,7	4,61	1,41	0,66	14,3
5.	reif, sehr scharf, vorzüglich.	71,7	4,35	2,72	0,68	15,6
	Hartkäse.					
6.	lombard. Grana } aus saurer	75,7	5,59	0,47	2,08	37,2
7.	desgl. von Reggio } Milch	77,9	4,65	0,58	1,58	33,2
8.	Cacio cavallo (aus Vollmilch)	78,2	6,33	2,12	1,13	17,9
9.	desgl. von Andria	70,7	5,70	1,49	1,03	18,1
10.	Schafkäse von Pisa . . .	75,7	6,77	1,86	1,37	20,2
11.	Käse aus Schaf- und Ziegenmilch aus den toskanischen Maremmen	71,9	6,68	1,46	1,61	24,1
12.	Schafkäse derselben Herkunft	72,1	8,22	2,60	1,58	19,2
13.	Käse von Aosta.	75,2	4,28	0,91	1,01	23,6
14.	Edamer	78,0	5,80	1,59	0,79	13,6
15.	Käse v. zentrifugierter Milch	85,2	7,47	2,15	1,10	14,7

Die Hartkäse Nr. 6 und Nr. 7 überraschen durch den hohen Kalkgehalt, da nach Fleischmann Grana- und Parmesankäse identisch sind, dieser letztere aber (S. 36) nur den Kalkgehalt von 19,3% ergeben hatte. Das stimmte mit der vorgeschriebenen Azidität der Milch von 9 bis 12° Soxhlet-Henkel, und auch in der Tabelle der italienischen Käse wird für die Granakäse angegeben, daß sie aus saurer — soll wohl heißen gesäuerter — Milch bereitet sind. Ihre sehr hohen Kalkgehalte stimmen aber damit nicht überein. Man kommt nur auf eine Erklärung, wenn man aus der Spalte

für den Chlorgehalt ersieht, daß Nr. 6 und Nr. 7 den niedrigsten Chlorgehalt von allen 15 Käsearten aufweisen, d. h. sehr wenig gesalzen sein müssen. Nimmt man nun an, daß der von mir untersuchte Parmesankäse nach Art des Schweizer (Emmenthaler) bereitet, der monatelang mit Salz bearbeitet wird, so könnte dort durch eine sehr geringe, hier durch eine starke Vermehrung der Gesamtasche durch das Kochsalz eine beträchtliche Erhöhung bzw. Erniedrigung des Kalkgehaltes der Käseasche erfolgt sein. Verfasser bedauert daher, daß er der Anregung des Prof. Gutzeit, außer dem CaO- den Na_2O-Gehalt der Asche zu bestimmen, um unter Annahme eines mittleren Natrongehalts der Käseasche den Kalkgehalt derselben auf Asche aus ungesalzenem Käse beziehen zu können, aus Mangel an Zeit nicht hat durchführen können[1]).

Berechnet man übrigens aus den S. 36 für den Parmesankäse angegebenen Zahlen: 1,9746 g Asche aus 50 g frischem Käse und 23% Wassergehalt desselben den Aschengehalt der Trockensubstanz mit 5,12% und nimmt man an, daß die in der italienischen Tabelle angegebenen Prozente der Reinasche sich auch auf Trockensubstanz beziehen, so ergibt sich hier als Mittel für Nr. 6 und Nr. 7 gleichfalls 5,12% Asche in der Trockensubstanz. Obiger Versuch, den großen Widerspruch im Kalkgehalt des „Grana" und des „Parmesan" durch extrem verschiedenes Salzen zu erklären, muß danach aufgegeben werden; denn die Extreme hätten sich durch sehr verschiedene Aschengewichte bemerkbar machen müssen.

In von Klenzes Handbuch der Käserei von 1884, S. 555, finden sich nun noch ältere Aschenanalysen, die Manetti und Musso 1880 von sechs einzelnen Parmesankäsen ausgeführt haben. Danach schwankte der Kalkgehalt von 30,7—36,6 und betrug im Mittel 34,7, also fast dasselbe wie Mariani und Tasselli mit 35,2, fünfzehn Jahre später angegeben haben.

Die Unstimmigkeit, die in diesen übereinstimmend hohen Kalkgehältern von rund 35 Prozent einerseits und der Angabe von

[1]) Wenn befürchtet wird, daß durch den verschiedenen Kochsalzgehalt der Käse der Kalkgehalt der Käseasche unliebsam beeinflußt wird, so kann man aus den stets mitgeteilten Zahlen: Aschengewicht aus 50 g frischem Käse, Wassergehalt des frischen Käses, Kalkgehalt der Käseasche den Kalkgehalt der Trockensubstanz berechnen, auf den ein wechselnder Kochsalzgehalt des Käses nur ganz geringen Einfluß hat.

Mariani und Tasselli andererseits liegt, daß der Granakäse aus gesäuerter Milch hergestellt, wie sie nur auf den von mir 1924 untersuchten Parmesankäse (CaO = 19,2) paßt, läßt sich vielleicht durch die weiteren Angaben über die Fabrikation in Klenzes Handbuch erklären: Danach trennte der Pofluß das Verbreitungsgebiet zweier Varietäten dieses italienischen Reibekäses. Bei der Bereitung des nördlich vom Po fabrizierten Lodisaner wurden der Milch doppelt so viel Fett durch Aufstellen und Abrahmen entzogen als dem bei der Bereitung des Parmesaner.

Aus demselben Grunde, wie bei Besprechung des Tilsiter (S. 29) und des Camembert (S. 40) ausgeführt, wird daher auch der fettärmere Lodisaner einen niederen Kalkgehalt gehabt haben, wie der Parmesankäse.

Wahrscheinlich hat sich im Laufe der Zeit von 1880 bis zur Gegenwart auch eine ähnliche Änderung in der Bereitungsweise des italienischen Reibekäses vollzogen, wie beim französischen Weichkäse.

Daß Nr. 8 und Nr. 9 so übereinstimmend niedrige Kalkgehalte haben, erklärt sich leicht aus der Angabe von Fleischmann in seinem Handbuch, VI. Auflage, S. 424, daß der Bruch bei der Bereitung dieses berühmten Cacio cavallo solange in zerteiltem Zustande unter heißen Molken oder heißem Wasser behandelt wird, bis er bildsam, wie Kleber, geworden ist[1]) (vgl. auch den rumänischen Kaskaval).

Nr. 14, nur als Edamer bezeichnet, daher ungewiß, ob es sich um eingeführten echten oder Kugelkäse nach Edamer Art handelt, fällt mit einem Kalkgehalt von 13,6 durchaus innerhalb der oben erhaltenen Zahlen von 10 und 20%. Über die verbleibenden Nummern 10, 11, 12, 13 und 15 läßt sich nur sagen, daß sie alle aus mehr oder weniger gereifter Milch, wie die Weichkäse, bereitet sein dürften.

---

[1]) Vgl. Schneck: Beschreibung einiger türkischer Käse. Milchw. Zentralblatt 1926, Nr. 2. S. 17—20. In dieser Arbeit, die über einige Käse aus gekochter Milch handelt, wird auch von dem einen, Djibne Chadra, angegeben, daß die gepreßten Bruchstücke mit kochendem Wasser behandelt werden. Der Kalkgehalt war in zwei Proben 16,8 und 23,2, im Mittel 20%, also ähnlich dem des Cacio cavallo.

c) Sauermilchkäse.

	Fettgehalt %	Wassergehalt g	Fettgehalt d. Trockens. %	Aschengewicht g	CaO %
Harzer, sog. Alter Mann	2,0	49,25	3,94	4,9562	2,7
Selbstbereiteter . .	4,5	22,4	5,79	3,0324	3,27

Die Sauermilchkäse werden aus dem aus Magermilch und Buttermilch gewonnenen Säuregerinnsel, dem Quark, verfertigt. Die Ausscheidung des Quarkes erzielt man, wenn die zu verarbeitende Masse schon an sich sauer genug ist, einfach durch Erwärmen auf 37 bis 45 °. War die Flüssigkeit noch nicht sauer genug, so fügt man stark saure Buttermilch hinzu. Wie schon früher betont, ist der Quark ein ganz anderer Stoff als der Bruch, der bei den Labkäsen verwendet wird. Die Art der Gerinnung des Quarkes bringt es mit sich, daß er sauer reagiert und vollständig von den Milchsäurebakterien in Besitz genommen ist. Er enthält unverändertes — aber vom Kalk befreites — Kasein und schließt nur wenig Kalziumphosphat ein, weil durch die Milchsäure, der er seine Entstehung verdankt, ein großer Teil der kolloiden Phosphate der Milch vollständig gelöst wird, also bei der Gerinnung nicht mechanisch mitgerissen werden kann. Es ist also wohl verständlich, daß hier der Kalkgehalt durch die starke Säuerung sehr niedrig ist, wie aus obigen Zahlen hervorgeht.

III. Abhängigkeit des Kalkgehaltes der Käseasche von der Gerinnungszeit und dem Nachwärmen.

Nachdem die im ersten Teil der Arbeit mitgeteilten Versuche und die Analysen der 26 gekauften Käse von 15 verschiedenen Sorten die überwiegende Bedeutung der Azidität der Milch für den Kalkgehalt der Käseasche ergeben haben, entsteht nun die weitere Frage, inwieweit auf den letzteren noch andere, beim Dicklegen der Milch wirksame Faktoren einwirken, also die — durch verschiedene Labmengen bedingte — Gerinnungsdauer und das Erwärmen des gesamten Inhalts des Käsekessels nach Eintritt der Gerinnung, das sog. Nachwärmen.

Zur Anstellung solcher Versuche stand leider frische Milch nicht in genügender Menge zur Verfügung; sie wurden daher mit frischer Zentrifugenmagermilch aus der Versuchswirtschaft Lettin angestellt vom 28. Januar, 28. Februar und 17. März 1924. Um den Fettgehalt etwas zu erhöhen, sollten den jedesmal gelieferten 17 Litern Zentrifugenmagermilch je 3 Liter Vollmilch vom Morgengemelk desselben Tages aus dem Hallenser Haustiergarten zugesetzt werden. Zur Milch Nr. I ist das auch geschehen, bei Nr. II unterblieben und bei Nr. III Vollmilch vom vorigen Tage zugesetzt. Die zur Verwendung gekommenen Milchmengen wiesen danach folgende Werte auf:

	s	f	n	Azidität
I. 28. Januar 1924	34,9	0,5	39,6	5,4
II. 28. Februar 1924	31,4	0,55	37,5	6,3
III. 17. März 1924	35,1	0,7	39,5	6.9

Die gesteigerte Azidität von III erklärt sich durch obige Angabe, die Werte für das spezifische Gewicht und die Brechung des $CaCl_2$-Serums (n) dokumentieren einen Wasserzusatz von 10 bis 15% bei der II. Milch.

Jede der drei Milchmengen wurde in drei bzw. vier Teile zerlegt und diese sofort verkäst oder durch 24stündiges Aufstellen bei geeigneter Temperatur auf die gewünschte Azidität gebracht. Das Verkäsen der jedesmaligen 4 bis 5 Liter geschah (wie oben, S. 16) in einer großen Porzellanschale, deren Inhalt durch ein großes Wasserbad auf die gewünschte Temperatur gebracht wurde. Zum Dicklegen diente ein Aufguß auf Labpulver unter Zugabe von Kochsalz, wobei sich störend bemerkbar machte, daß die aus der Gerinnung von 100 ccm berechnete Labstärke trotz aller Vorsicht beim Dicklegen von 5000 ccm Milch nicht stimmte. Die Käse hatten nach einer Reifung von drei Wochen, wobei sie je Stück mit genau 15 g Kochsalz abgerieben wurden, ein Gewicht von 250 bis 290 g und einen Fettgehalt von 8 bis 13% in der Trockensubstanz.

Die interessierenden Zahlen, als Azidität der Milch, Gerinnungszeit, Behandlung des Bruchs und Kalkgehalt der Käseasche, sind für alle 10 Versuche in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Mit der Milch I vom 28. Januar 1924, deren niedere Azidität von 5,4 ihren Frischezustand anzuzeigen schien, wurden zunächst

zwei Käse, I_1 und I_2, unter genau denselben Bedingungen hergestellt, um die Abweichungen des Kalkgehaltes der Käseaschen in Parallelversuchen festzustellen. Die erhaltenen Werte 23,6 und 23,4 stimmten ausgezeichnet überein.

Was sonst aber durch die 9 Käseversuche angestrebt wurde, von einer Milch von möglichst gleicher Beschaffenheit auszugehen und festzustellen, wie kurze und längere Gerinnungszeit und ebenso das Nachwärmen des Bruches einerseits bei normaler, dann bei vorgeschrittener Azidität der Milch den Kalkgehalt der Käseasche beeinflußt, so ist das Resultat nicht befriedigend: In der ersten Reihe, da der Bruch von 30° C auf 36° C nachgewärmt worden ist, ergibt der Einfluß der auf 11° Soxhlet-Henkel gesteigerten Azidität der Milch eine Depression des Kalkgehaltes fast auf die Hälfte, und die weitere Erniedrigung bei Käse I_2 infolge der doppelten Gerinnungszeit um 0,7 ist verständlich.

Nimmt man dazu von der II. Reihe, wo der Bruch nicht nachgewärmt worden, noch Käse II_2 hinzu, der auch aus Milch von gesteigerter Azidität (9,5) hergestellt, so könnte der höhere Kalkgehalt von 17,7 auf dem Unterbleiben des Nachwärmens beruhen, und man könnte aus I_1, I_2, I_3, II_2 schließen, daß bei gesteigerter Azidität der Milch das Nachwärmen kalkentziehend wirkt, und zwar um so mehr, je länger die Gerinnungszeit ausgedehnt wird.

	Käse	1	2	3
I	Gerinnungszeit .	15'	12'	24'
	Behandlung . .	nachgewärmt	nachgewärmt	nachgewärmt
	Azidität der Milch	5,4	10,9	10,9
	Kalkgeh. d. Käses	23,5	12,56	11,71

	Käse	1	2	3
II	Gerinnungszeit .	25'	28'	13'
	Behandlung . .	nicht nachgewärmt	nicht nachgewärmt	nicht nachgewärmt
	Azidität der Milch	6,3	9,45	27,5
	Kalkgeh. d. Käses	40,60	17,74	4,12

	Käse	1	2	3
III	Gerinnungszeit .	37'	70'	34'
	Behandlung . .	nicht nachgewärmt	nicht nachgewärmt	nachgewärmt
	Azidität der Milch	6,9	6,9	6,9
	Kalkgeh. d. Käses	25,40	13,63	27,67

Nimmt man nun, um dieselbe Erscheinung bei Milch von normaler Azidität nachzuweisen, die Käse I_1, II_1, III_1, III_2, III_3 zusammen, so stoßen wir auf starke Unstimmigkeiten:

Es überrascht zunächst bei Käse II_1, da die Gerinnungszeit zwischen denjenigen von I_1, III_1 liegt, den sehr hohen Kalkgehalt von 40 gegenüber 23,5 und 25,4 zu finden. Zur evtl. Erklärung könnte dienen, daß diese Milch augenscheinlich einen Wasserzusatz von 10 bis 15 Prozent erhalten hat. Wie nun die Labstärke bekanntlich mit der Azidität zunimmt[1]), die Azidität aber bekanntlich durch Verwässerung — abgesehen von der Verdünnung — durch Lösung basisch reagierender Kalksalze herabgesetzt wird[2]), könnte der Kalkgehalt in der Käseasche von verwässerter Milch erhöht worden sein, was weiter zu verfolgen wäre.

Nachdem daher Käse II_1 ausscheiden muß, ergibt sich aus den Käsen I_1, III_1, III_2, III_3 dennoch kein klares Bild für die Frage, ob bei Milch mit normaler Azidität das Nachwärmen des Bruches den Kalkgehalt der Käseasche einseitig beeinflußt. Auch daß die freilich lange Gerinnungszeit bei III_2 trotz der immer noch niederen Azidität von 6,9 den Kalkgehalt von 25,4 auf 13,6 erniedrigen soll, ist nicht sehr wahrscheinlich. Die drei zu diesen 10 Käsereiversuchen benutzten aufgebesserten Magermilchen waren offenbar kein geeignetes, vor allem kein gleichmäßiges Material; auch wäre es wohl zweckentsprechender gewesen, die Steigerung der Azidität nicht durch 24stündiges Stehenlassen, sondern durch Zusatz von sauren Molken zu regeln, da die Azidität der Milch kein exakter Ausdruck für den Frischezustand ist, auf den es hier wohl besonders ankam.

[1]) Nach Vieth und Siegfeld vgl. Kirchner, Milchwirtschaft, VI. Aufl., S. 496.
[2]) Grimmer, Chemie und Physiologie der Milch, Berlin 1910, S. 80/81.

Wenn daher im obigen die Ergebnisse der 10 Käsereiversuche nur kurz wiedergegeben sind, so darf auf eine bei ihnen gemachte Beobachtung etwas näher eingegangen werden:

Der gesamte beim Verkäsen der 5 Liter Milch erhaltene Bruch wurde nicht wie sonst bei Labkäsen üblich in eine Form, sondern in einen Beutel aus Filtriertuch wie bei Quarkbereitung gegeben, und die abfließenden Molken in eisgekühlten Gefäßen aufgefangen. Es wurde dabei von der Erwartung ausgegangen[1]), daß die Azidität der abfließenden Molke sich infolge der im Bruchsack noch längere Zeit anhaltenden Wärme fortgesetzt steigen würde. Die zuerst abfließenden Molken, deren Beschaffenheit mit derjenigen Molkenmenge, die in der Porzellanschale verblieb, identifiziert werden konnte, hatten bei Versuch I_1 eine Azidität von 4,0 gegen 5,4 der ursprünglichen Milch, also 1,4 weniger, was den sonstigen Beobachtungen entspricht und auf den Ausfall des sauer reagierenden Kaseins zurückgeführt wird.

Bei Käse I_2, da die Milch eine Azidität von 10,9 erlangt hatte, bei der bekanntlich die Milch beim Kochen gerinnt, zeigten die zuerst abfließenden Molken 9,4, also auch eine Differenz von 1,4 und bei Käse I_3, da dieselbe Azidität von 10,9 der Milch vorlag, aber die Gerinnungszeit doppelt so lang wie bei I_2 war, beträgt die Anfangsazidität 8,5, die Differenz also 2,4. Mithin war eine Sättigung der gesäuerten Molken auf Kosten der Kalkvorräte beim Dicklegen noch gar nicht oder nur in geringem Ausmaße eingetreten. Das mußte erst während des weiteren Abfließens geschehen sein, denn die übrigen, gesammelten Molken zeigten bei Käse I_2 eine Azidität von 5,1 und bei Käse I_3 von 4,4, also in beiden Fällen den starken Abfall von 4,2 bzw. 4,1 und fast dieselbe Azidität, die bei Käse I_1 von Anfang an bestanden.

Der um 46 Prozent niedere Kalkgehalt für Käse I_2 wäre unter diesen Umständen unverständlich, wenn nicht die Bestimmung der abfließenden Molkenmengen bei Käse I_1 nur 540, bei Käse I_2 780 cm^3 ergeben hätte.

Bei der II. Reihe wurde die Azidität nicht nur am Anfang und im Durchschnitt der übrigen Molken, sondern portionsweise bestimmt:

[1]) Vgl. Koestler: Über die chemische Zusammensetzung der Molke und der Käsemasse während der eigentlichen Fabrikation des Emmentaler Käses. Milchw. Zentralblatt 1905, S. 224.

	Azidität der Milch	Azidität der abfließenden Molken
Bei Käse II_1	6,3	4,0—4,3—3,0—**1,8**—3,1
„ „ II_2	9,5	15,2—14,8—8,1—**2,7**—4,8
„ „ II_3	27,5	9,8—1,4—2,8—**1,0**

Beim Käse aus süßer Milch (Azidität 6,3) zeigt sich dieselbe Anfangsazidität von 4,0, wie bei den entsprechenden Käsen I_1, nach einer geringfügigen Steigerung setzt aber ein starker Abfall bis 1,8 ein, um dann erst zu steigen.

Beim Käse aus Milch mit erhöhter Azidität (9,5) zeigen die erst abfließenden Molken die beträchtliche Steigerung auf 15,2, aber auch dann folgt der starke Abstieg bis auf 2,7, gefolgt von Wiederanstieg.

Beim dritten Käse, da die Milch vor der Säuregerinnung stand, ergibt sich eine Anfangsazidität der Molken, die das Mittel der entsprechenden Werte bei Käse II_1 und II_2 darstellt und wiederum starker — von einer Steigerung unterbrochener — Abfall auf 1,0[1]).

Bemerkt sei noch, daß die vom Bruch abfließenden Molkenmengen bei diesen drei Käsen 1600, 1000, 700 cm betrugen.

Abgesehen von einzelnen Unstimmigkeiten und noch nicht übersehbaren Erscheinungen folgt also aus den Molkentitrationen, daß der Kalkentzug des Gerinnsels durch die sich abscheidende Molke nicht schon im Moment des Gerinnens erfolgt, sondern daß sowohl beim Verkäsen der süßen als der gesäuerten und sauren Milch die Abstumpfung[2]) der Molken erst

[1]) Ein Rückgang der Molkenazidität wird von Koestler, loc. cit., S. 203, beschrieben und dort auch eine frühere gleiche Beobachtung von Bächler zitiert. Es scheint sich aber nur um geringe Abnahmen bis zu 0,4 ° zu handeln, während bei Käse II_2 ein solcher von 12,5 stattgefunden hat.

[2]) Diese Verringerung der Azidität der Molken auf Neutralisation mit Kalksalzen zurückzuführen, liegt am nächsten und fand auch in den Kalkbestimmungen der abfließenden Molken eine Stütze (vgl. auch Höft: Beiträge zur chemischen Unterscheidung des Labgerinnsels vom Sauermilchgerinnsel. Arbeiten der Versuchsstation für Molkereiwesen in Kiel, 6. Heft, 1909, S. 12 bis 19). Auch diese Arbeit verfolgt den Verbleib des Kalkes im Gerinnsel und in den Molken bei Lab- und Säurefällung. Die Benutzung von nur 100 cm^3 Milch zu jedem Versuch gestatten ein genaues analytisches Vorgehen, dessen Resultate viel Berührungspunkte mit vorliegender Arbeit haben; so ergibt sich aus S. 17 (Übersicht 7), daß bei sieben vergleichbaren Milchproben das Labgerinnsel einen Kalkgehalt in Prozenten der

allmählich und sehr weitgehend — fast bis zur Neutralisation gegen Phenolphtalein — erfolgt, ehe die erwartete Aziditätssteigerung beginnt.

Die weitere Verfolgung dieser Beobachtung dürfte zu umfangreichen colloidchemischen Studien führen, und es wäre möglich, daß sich hier ein neuer Weg bietet, das dunkle Gebiet der durch Lab erfolgenden Milchgerinnung weiter zu erhellen. Verfasser muß sich damit begnügen, darauf hinzuweisen, daß aus seinen diesbezüglichen Beobachtungen über den Rückgang der Molkenazidität mit Sicherheit ein Einfluß aller solcher Faktoren, wie Gerinnungsdauer und Nachwärmen auf den Kalkgehalt der Käseasche folgt. Es ist nämlich schon oben, S. 25, 26, darauf hingewiesen, wie für die drei verschiedenen Gruppen, als Sauermilch-, Weich- und Hartkäse, der Reifung schon durch den Molkengehalt die jedesmal besondere Richtung gegeben wird.

Wenn nun die Anreicherung des Molkenserums mit Kalk erst im Laufe einer gewissen Zeit erfolgt, so müssen alle Faktoren, die eine schnellere oder langsamere Entfernung der Molken mit sich bringen, als Regelung der Gerinnungsdauer durch Labmenge und Temperatur, schnellere oder langsamere Zerkleinerung des Bruches, Feinrühren der Bruchkörner, Abschöpfen eines Teiles der Molken, Erhöhung der Temperatur (Nachwärmen), Liegenlassen des abgesetzten Bruchs in den Molken und Pressen der Käsemassen meßbaren Einfluß auf den Kalkgehalt der Käseasche haben; denn nur erst, wenn die Molken vom Bruch entfernt sind, wird der Wechselwirkung von Bruch und Molken ein Ende gemacht, wird die evtl. Neutralisation der letzteren beendigt. Und alle diese verschiedenen Faktoren können verschieden wirken, je nach der Azidität der Milch, wenn deren Einfluß auch an sich dominiert.

Es ist nun um so mehr verständlich, daß die obigen 10 Käsereiversuche an ungünstigem Material keine befriedigenden Ergebnisse zeitigen konnten. Eine Wiederholung der Versuche war dem Ver-

Käseasche von 35 bis 37, das Säuregerinnsel 16,4 bis 26,3 aufweist. Auf ein genaueres Eingehen in die Einzelheiten der Höftschen Arbeit muß verzichtet werden, weil das Hauptziel der vorliegenden war, die Befunde bei den Handelskäsen in Beziehung zu ihrer Herstellung zu bringen. Übrigens kommt die Höftsche Arbeit zu demselben Resultat wie der Verfasser vorliegender Arbeit: Der Kalkgehalt des Labgerinnsels ist von dem des Säuregerinnsels deutlich verschieden; erfolgt das Dicklegen der Milch durch vereinigte Wirkung von Lab und Säure, so zeigt das Gerinnsel Übergangsmerkmale zwischen dem Lab- und Säuregerinnsel. S. 19.

fasser aber nicht möglich, da er seine Versuche abbrechen mußte, um eine Stellung in der Praxis anzunehmen. Da er 1925/26 seine Ergebnisse zwecks einer Doktorpromotion zusammenstellte, hatten die Herren Prof. Gutzeit und Dr. Schneck die Güte, noch vier Käsereiversuche anzustellen, um wenigstens bezüglich e i n e s Faktors, der Gerinnungsdauer, die zuletzt geäußerten Behauptungen zu prüfen.

Es diente dazu Vollmilch von dem Morgengemelk des 22. Dezember 1925 und 8. Januar 1926 aus dem Hallenser Haustiergarten, deren Beschaffenheit im folgenden angegeben wird:

	s	f	Azidität
I. 22. Dezember 1925	32,4	3,4	6,4
II. 8. Januar 1926	32,4	2,9	6,7

Es wurden jedesmal 4,5 Liter, bei 30° C und ohne Nachwärmen verkäst, und zwar je ein Käse bei 23 Minuten Gerinnungsdauer, ein anderer bei 120 Minuten. Die Verwendung von flüssigem Labextrakt gestattete diesmal ein genaues Einstellen der Gerinnungszeiten.

Am 22. Dezember kam die Milch mit ihrer natürlichen Azidität (6,4) zur Verwendung, am 8. Januar mit auf 8,5 erhöhter Azidität. Diese wurde dadurch erzielt, daß am 7. Januar frisch erzeugte Labmolke mit einer drei Monate alten Reinkultur versetzt wurde, und am 8. Januar 2½ Liter dieser, auf die Azidität von 14 gebrachten Molken, zu 7½ Liter von Milch II zugefügt worden waren. Die Azidität dieses Gemisches betrug 8,5, der Fettgehalt 2,3 und das spezifische Gewicht 30,8.

Bei der langen Gerinnungszeit von 120 Minuten war das Gerinnsel von I etwas fester, bei II etwas feinkörniger.

Nach Eintritt der Gerinnung wurde der gesamte Bruch durch ein feinmaschiges Käsetuch, wie bei der Emmentaler Käserei, unterfangen, aus der Schale gehoben und zum Abtropfen in einem kühlen Raume aufgehängt.

Nach einer Stunde wurde das Tuch mit seinem Inhalt zu kurzer Abkühlung ausgebreitet und nochmals eine Stunde abtropfen gelassen. Dann wurde der Bruch in eine kleine Form getan, mit 1 kg eine Stunde lang gleichmäßig gepreßt und am anderen Tage aus der Form genommen. Für jeden Käse wurden genau 10 g Salz

verwendet; die Untersuchung erfolgte bereits nach 14 Tagen und ergab folgende Zahlen:

Azidität der Milch		H_2O	f	f. d Tr.	Gerinnungsdauer Minuten	Aschengewicht g	CaO×100 / Aschgewicht %	
I 6,4	Käse 1	46,8	25,0	46,9	23	1,9746	15,6	15,1
	Käse 2	50,8	21,5	43,3	120	1,9030	14,6	
						Diff.	1,0	
II 8,5	Käse 1	40,6	25,5	42,9	23	2,3108	12,9	12,1
	Käse 2	40,6	22,3	37,9	120	2,5348	11,3	
						Diff.	1,6	

Die erhaltenen Resultate sind eindeutig, jedenfalls besser, wie die der obigen 10 Käsereiversuche. Die um 1,9 Grad gesteigerte Azidität der Milch macht sich durch eine mittlere Depression des Kalkgehalts von 3 Prozent oder 20 Prozent des Wertes sehr deutlich bemerkbar. Die lange Gerinnungszeit erniedrigt bei normaler Azidität den Kalkgehalt gegenüber der kurzen um 1,0 Prozent, bei gesteigerter Azidität um 1,6 Prozent.

Auffallend ist der an sich niedrige Kalkgehalt der Käse, der bei süßer Milch nach allem sonstigen beträchtlich höher sein müßte. Anderweitige Versuche mit der Haustiergartenmilch aus denselben Tagen ergaben nun deutlich, daß die Milch durchaus unnormale Beschaffenheit besaß. Der Selbstsäuerung überlassene Milch zeigte wohl Steigerung der Azidität, aber ohne gleichzeitiges Steigen der Brechung, und gerann selbst nach mehreren Tagen nicht. Es hatte den Anschein, als ob die Bakterienflora aus überwiegend peptonisierenden Organismen bestände — vielleicht infolge von ungeeignetem Ensilagefutter —, wodurch sich vielleicht ein Teil des Kalziumkaseinats der Gerinnung entzogen hatte. Vielleicht wären bei Milch von normaler Beschaffenheit auch die oben mitgeteilten Differenzen noch erheblich höher[1]) ausgefallen.

[1]) Wird der Kalkgehalt auf fettfreie Trockensubstanz umgerechnet, so bleibt nur die Differenz für die verschiedene Azidität übrig, die für die Gerinnungszeit verschwindet fast ganz. Freilich genügen die für die Trockensubstanz und den Fettgehalt der Käse angewandten Schnellmethoden, da sie höchstens auf 0,25% genaue Werte liefern, nicht, und die Umrechnung auf fettfreie Trockensubstanz dürfte für den obigen Zweck keine genaueren Werte liefern, als der Kalkgehalt der Käseasche.

C. Zusammenfassung der Resultate.

Es wurde in vorliegender Arbeit von dem Gedanken ausgegangen, daß der hohe Kalkgehalt in der Asche eines Labkäses aus süßer Milch und der niedrige in derjenigen eines Sauermilchkäses gestatten müßte, durch eine Kalkbestimmung die Entscheidung zu treffen, ob Labkäse oder Sauermilchkäse vorläge. Dieser Gedanke erwies sich als nicht zutreffend, weil die Bereitung eines jeden guten Labkäses zwar von möglichst frischer Milch ausgeht, diese aber nicht immer in solchem Zustand verkäst wird, sondern die „frische“ Milch erst einer bestimmten „Reifung“ unterworfen, ja sogar mit Säureweckern versehen und auf eine bestimmte Azidität gebracht wird. Es geht das so weit, daß der Kalkgehalt in der Käseasche der jetzt hergestellten französischen Weichkäse, obgleich sie Labkäse sind, sich von demjenigen der typ. Sauermilchkäse nicht unterscheidet. Andererseits ergab die Untersuchung verschiedener Sorten der im Handel erhältlichen Käse im Verein mit angestellten Versuchen, daß zwischen dem Kalkgehalt und der Bereitungsweise der Käse bestimmte Beziehungen bestehen, so daß die Bestimmung des Kalkgehalts im Einzelfalle häufig wertvolle Aufschlüsse ergeben wird, ob der Käse seiner Deklaration entspricht oder nicht.

Schließlich wurde beim fraktionellen Titrieren der vom frischen Bruch abfließenden Molken ein längeres Fallen der Azidität bis zu sehr niedrigen Werten — ehe wieder ein Steigen erfolgte — festgestellt, eine Beobachtung, die für weitere Studien über die Milchgerinnung durch Lab vielleicht von Nutzen sein kann.

Die Anregung zu dieser Arbeit bekam ich von Herrn Professor Dr. Ernst Gutzeit, dem Leiter des Molkereilaboratoriums des Landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle-Wittenberg, wofür ich nicht unterlassen möchte, ihm auch an dieser Stelle, sowie auch für die warmherzige Unterstützung durch Rat und Tat, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Zu wärmstem Dank fühle ich mich auch Herrn Dr. Alfred Schneck, dem Assistenten des Molkereilaboratoriums, für sein stets hilfsbereites Entgegenkommen verpflichtet.